



SKRIPSI - ME - 141501

**PERANCANGAN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH*
MAIN GENERATOR - EMERGENCY GENERATOR
DI KAPAL BERBASIS PLC DAN DIMONITOR
MENGUNAKAN HUMAN MACHINE INTERFACE
(HMI)**

Boy Hendra Waramory
NRP : 4213 106 010

Dosen Pembimbing
Ir. Sardono Sarwito. M. Sc.
Indra Ranu Kusuma. S.T. M. Sc.

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016



FINAL PROJECT – ME - 141501

**DESIGN OF AUTOMATIC TRANSFER SWITCH
MAIN GENERATOR-EMERGENCY GENERATOR ON
THE SHIP USING PLC AND MONITORED USING
HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)**

Boy Hendra Waramory
NRP : 4213 106 010

Supervisor
Ir. Sardono Sarwito. M. Sc.
Indra Ranu Kusuma. S.T. M. Sc.

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF OCEAN TECHNOLOGY
INSTITUTE TECHNOLOGY OF SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* MAIN GENERATOR - EMERGENCY GENERATOR DI KAPAL BERBASIS PLC DAN DIMONITOR MENGGUNAKAN HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Marine Electrical and Automation Systems (MEAS)*

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Boy Hendra Waramory

NRP. 4213 106 010

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Sardono Sarwito. M. Sc.

()

NIP.1960 0319 1987 01 1001

2. Indra Ranu Kusuma. S.T. M. Sc.

()

NIP.1979 0327 2003 12 1001

SURABAYA
JANUARI, 2016

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* MAIN GENERATOR - EMERGENCY GENERATOR DI KAPAL BERBASIS PLC DAN DIMONITOR MENGUNAKAN HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Electrical and Automation Systems* (MEAS)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Boy Hendra Waramory
NRP. 4213 106 010

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T.M.T.
NIP. 1977 0802 2008 01 1007



SURABAYA
JANUARI, 2016

**PERANCANGAN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH*
MAIN GENERATOR-EMERGENCY GENERATOR DI
KAPAL BERBASIS PLC DAN DIMONITOR
MENGUNAKAN HUMAN MACHINE INTERFACE
(HMI)**

Nama Mahasiswa : Boy hendra Waramory
NRP : 4213 106 010
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Sardono Sarwito. M.Sc
Indra Ranu Kusuma. S.T. M.Sc

Abstrak

Listrik di Kapal dilayani oleh generator yang merupakan penyuplai listrik terbesar, menyediakan suplai listrik untuk peralatan listrik. Ketika terjadi pemadaman akibat adanya perawatan atau kesalahan sistem, maka akan terjadi Black Out. Kondisi Black Out adalah kondisi di mana sumber tenaga penggerak utama, permesinan bantu, dan peralatan lainnya pada kapal tidak beroperasi karena tidak adanya pasokan listrik yang disebabkan oleh kegagalan pada sistem kelistrikan. Mengatasi keadaan black out menggunakan peralatan ACOS. Peralatan ACOS yang dibuat berbasis PLC di mana apabila main generator failure maka akan otomatis berpindah menuju baterai dan emergency generator. Parameter pemindahan suplai listrik berdasarkan phase failure, under voltage dan over voltage. Berdasarkan pengujian waktu pemindahan suplai listrik selama 30 detik. Terdapat sistem interlock pada setiap suplai listrik disaat proses switching untuk menghindari masuknya suplai listrik secara bersamaan.

Kata kunci: Main generator, Emergency generator, Baterai, ACOS

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**DESIGN OF AUTOMATIC TRANSFER SWITCH MAIN
GENERATOR-EMERGENCY GENERATOR ON THE
SHIP USING PLC AND MONITORED USING HUMAN
MACHINE INTERFACE
(HMI)**

Nama Mahasiswa : Boy hendra Waramory
NRP : 4213 106 010
Jurusan : Marine Engineering Dept. FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Sardono Sarwito. M.Sc
Indra Ranu Kusuma. S.T. M.Sc

Abstract

Electricity on board is served by the generator that is the largest electricity suppliers, providing electricity to supply electrical equipment. When the black out occurred due to maintenance or system error occurs, then it will Black Out. Black Out condition is a condition in which the main source of propulsion, auxiliary machinery, and other equipment on the vessel are not in operation due to the absence of electricity supply, caused by a failure in the electrical system. Addressing the State of the black out using the equipment of ACOS. ACOS equipment made based PLC where in a main generator failure it will automatically switch towards the batteries and emergency generators. Electrical supply transfer parameters based on phase failure, under voltage and over voltage. Based on testing of the electrical supply transfer time for 30 seconds. There is an interlock system on each power supply when the switching process to avoid the inclusion of electric supply simultaneously.

Keyword: Main generator, Emergency generator, Battery, ACOS

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya berupa kesehatan dan ilmu pengetahuan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “PERANCANGAN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* MAIN GENERATOR-EMERGENCY GENERATOR DI KAPAL BERBASIS PLC DAN DIMONITOR MENGGUNAKAN HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)” ini pada waktu yang telah ditentukan.

Tugas akhir ini dikerjakan sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Di dalam penyusunan dan pengerjaan laporan ini, penyusun banyak menerima kritik, bantuan dan masukan. Untuk itu di dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Eng. M. Badrsus Zaman, S.T. M.T selaku ketua jurusan Teknik Sistem Perkapalan
2. Bapak Ir. Sardono Sarwito. M. Sc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir I, yang telah memberikan bimbingannya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Indra Ranu K. S.T. M. Sc selaku dosen pembimbing Tugas Akhir II, yang telah memberikan bimbingannya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Eng. Trika Pitana. S.T. M.Sc selaku ketua Koordinator Tugas Akhir yang telah memberikan kesempatan kepada penulis mengikuti tugas akhir.
5. Bapak Irfan Syarif Arief. S.T. M.T selaku dosen wali, yang selama 4 semester memberikan ilmu dan nasehat bermanfaat.

6. Bapak-bapak Dosen beserta Staf Jurusan Teknik Sistem Perkapalan yang tidak dapat disebut satu-persatu, yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan, bimbingan dan bantuannya selama penulis kuliah.
7. Orang tua tercinta yang selalu memberikan doa restunya sehingga penulis mendapat kelancaran dalam pengerjaan tugas akhir ini.
8. Melita Sugiarti yang selalu memberikan dukungan baik moril ataupun materi sehingga penulis dapat mengerjakan tugas akhir ini.
9. Yedi Megianto, Firman Rachmad W, dan Fajar Andik C selaku sahabat penulis yang selalu memberikan semangat dan menemani dengan sabarnya saat pengerjaan tugas akhir ini.
10. Teman-teman keluarga di Laboratorium “Marine Electrical and Automation System (MEAS) yang selalu memberikan semangat dan ilmu selama pengerjaan tugas akhir ini.
11. Semua pihak secara langsung maupun tidak langsung membantu penulis dalam menyusun tugas akhir ini.

Semoga semua kebaikan dan bantuan yang diberikan secara ikhlas dan tulus dari semua pihak kepada penulis dalam menyusun tugas akhir ini dibalas oleh Allah SWT. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi semua pihak. Sekian dan Terima Kasih.

Surabaya, Januari 2016

Hormat Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------|
| HALAMAN JUDUL | |
| LEMBAR PENGESAHAN..... | iii |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | ix |
| KATA PENGANTAR..... | xi |
| DAFTAR ISI | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xvii |
| DAFTAR TABEL | xxiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Batasan Masalah | 3 |
| 1.4. Tujuan Penulisan..... | 4 |
| 1.5. Manfaat Penulisan..... | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1. Generator | 5 |
| 2.1.1. Konstruksi generator AC..... | 7 |
| 2.1.2. Cara Kerja Generator | 9 |
| 2.2. <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC) | 10 |
| 2.2.1. Konfigurasi system PLC | 13 |
| 2.2.2. Pemograman Pada PLC..... | 16 |
| 2.2.3. Keunggulan PLC | 24 |
| 2.3. <i>Human Machine Interface</i> (HMI) | 25 |

| | |
|--|----|
| 2.4. <i>Automatic Transfer Switch (ATS)</i> | 27 |
| 2.5. <i>Accumulator (Aki)</i> | 28 |
| 2.5.1. Jenis Battery | 30 |
| 2.5.2. Peralatan Yang Beroperasi Pada Saat Black Out di Kapal | 33 |
| 2.6. <i>Emergency Generator</i> | 36 |
| 2.7. <i>Emergency Switch Board (ESB)</i> | 38 |
| BAB III METODOLOGI | 39 |
| 3.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah | 39 |
| 3.2. Studi Literatur | 39 |
| 3.3. Pengumpulan Data | 39 |
| 3.4. Analisa Data | 39 |
| 3.5. Perancangan Peralatan | 40 |
| 3.6. Pembuatan Peralatan | 40 |
| 3.7. Pengujian Peralatan | 40 |
| 3.8. Kesimpulan dan Saran | 40 |
| BAB IV ANALISA DAN PEMBUATAN PERALATAN | 43 |
| 4.1. Pembuatan Beban Listrik Darurat / Emergency | 43 |
| 4.2. Pembuatan Panel Daya | 44 |
| 4.3. Pembuatan Peralatan ACOS | 46 |
| 4.3.1. Pembuatan Ground Plate ACOS | 47 |
| 4.3.1.1. <i>Miniature Circuit Breaker</i> | 48 |
| 4.3.1.2. <i>Programmable Logic</i> | |

| | |
|--|----|
| Controller (PLC) | 49 |
| 4.3.1.3. Under Voltage and Over Voltage Relay..... | 50 |
| 4.3.1.4. Phasa Failure Relay | 51 |
| 4.3.1.5. Relay..... | 52 |
| 4.3.1.6. Power Supply..... | 53 |
| 4.3.1.7. Kontaktor | 53 |
| 4.3.1.8. Noise Filter | 54 |
| 4.3.1.9. Terminal Listrik..... | 55 |
| 4.3.1.10. Voltage Meter | 55 |
| 4.3.1.11. Lampu Indikator | 56 |
| 4.3.1.12. Human Machine Interface (HMI) | 57 |
| 4.3.1.13. Emergency Push Button..... | 58 |
| 4.3.2. Pembuatan Rangkaian Sistem ACOS..... | 58 |
| 4.3.2.1. Rangkaian Daya..... | 58 |
| 4.3.2.2. Rangkaian Input dan Output.... | 59 |
| 4.3.2.3. Rangkaian Power Supply..... | 61 |
| 4.3.3. Pembuatan Peralatan Sistem | 62 |
| 4.4. Pembuatan Program Sistem ACOS..... | 65 |
| 4.5. Pembuatan Program Monitoring HMI | 67 |
| 4.6. Pengujian Peralatan | 69 |
| 4.6.1. Pengujian Program PLC..... | 69 |
| 4.6.2. Pengujian Peralatan Keseluruhan (Trial)..... | 78 |

| | |
|---|----|
| 4.6.3. Standart Operating Procedure | 80 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 95 |
| 5.1. Kesimpulan | 95 |
| 5.2. Saran | 96 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |
| BIODATA PENULIS | |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1. Generator set di kapal..... | 6 |
| Gambar 2.2. Konstruksi Generator. | 9 |
| Gambar 2.3. Contoh <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC)..... | 11 |
| Gambar 2.4. Contoh aplikasi dari PLC | 12 |
| Gambar 2.5. Rung pada Ladder Diagram | 17 |
| Gambar 2.6. Skematik sistem penggunaan <i>Human Machine Interface</i> | 26 |
| Gambar 2.7. <i>Human Machine Interface</i> (HMI) | 27 |
| Gambar 2.8. Contoh <i>Automatic Transfer System</i> | 27 |
| Gambar 2.9. Skematik Sistem ATS | 28 |
| Gambar 2.10. <i>Accumulator</i> (Aki)..... | 29 |
| Gambar 2.11. Accu Kering..... | 30 |
| Gambar 2.12. Accu Basah..... | 32 |
| Gambar 2.13. <i>Emergency Lamp</i> | 33 |
| Gambar 2.14. GPS di kapal | 34 |
| Gambar 2.15. <i>Radio Communication</i> di kapal | 34 |
| Gambar 2.16. <i>Emergency Sprinkler Pump</i> | 35 |
| Gambar 2.17. Peralatan Navigasi di Kapal | 35 |
| Gambar 2.18. <i>Emergency Generator</i> | 37 |
| Gambar 2.19. Panel Emergency Switchboard..... | 38 |
| Gambar 3.1. Flowchat Pengerjaan Tugas Akhir | 42 |
| Gambar 4.1. Rancangan dan Pembuatan Peralatan Beban Listrik DC..... | 44 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.2. Rancangan dan Pembuatan Panel Daya | 45 |
| Gambar 4.3. Rancangan <i>Ground Plate</i> Peralatan..... | 47 |
| Gambar 4.4. <i>Miniature Circuit Breaker</i> (MCB) | 48 |
| Gambar 4.5. <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC)..... | 50 |
| Gambar 4.6. Konfigurasi <i>Under Voltage and Over Voltage Relay</i> | 51 |
| Gambar 4.7. Konfigurasi <i>Phasa Failure</i> | 51 |
| Gambar 4.8. Konfigurasi Relay..... | 52 |
| Gambar 4.9. <i>Power Supply</i> | 53 |
| Gambar 4.10. Kontaktor..... | 54 |
| Gambar 4.11. <i>Noise Filter</i> | 54 |
| Gambar 4.12. Terminal Listrik..... | 55 |
| Gambar 4.13. <i>Voltage Meter</i> | 56 |
| Gambar 4.14. Lampu LED Panel | 56 |
| Gambar 4.15. <i>Human Machine Interface</i> | 57 |
| Gambar 4.16. <i>Emergency Push Button</i> | 58 |
| Gambar 4.17. Wiring Diagram Daya Sistem ACOS..... | 59 |
| Gambar 4.18. Wiring Diagram <i>Input PLC</i> | 60 |
| Gambar 4.19. Wiring Diagram <i>Output PLC</i> | 61 |
| Gambar 4.20. Wiring Diagram <i>Power Supply</i> | 62 |
| Gambar 4.21. Pembuatan Ukuran Jarak Komponen dan pemasangan Terminal Papan Acrylic..... | 63 |
| Gambar 4.22. Pemasangan Kabel <i>Duct</i> Dan Peletakkan Peralatan | 63 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.23. Pembuatan Wiring Pada Komponen Peralatan . | 64 |
| Gambar 4.24. Pembuatan <i>Labeling</i> Pada Kabel dan Pemasangan <i>Labeling</i> Pada Kabel Duct..... | 64 |
| Gambar 4.25. Program ACOS Menggunakan <i>CX. Designer 4.9</i> | 65 |
| Gambar 4.26. Proses pembuatan Program Sistem ACOS Pada Peralatan | 66 |
| Gambar 4.27. Konfigurasi Koneksi Untuk Proses <i>Upload</i> <i>Download</i> Program PLC-PC | 66 |
| Gambar 4.28. Program Monitoring Sistem ACOS Menggunakan <i>Easy Builder 8000 V4.65.08</i> | 67 |
| Gambar 4.29. Proses Pembuatan Program <i>Monitoring</i> Menggunakan <i>Easy Builder 8000</i> | 68 |
| Gambar 4.30. Konfigurasi HMI Weintek | 68 |
| Gambar 4.31. Pengujian Program yang Ada Pada PLC..... | 69 |
| Gambar 4.32. Proses Pemberian Sinyal Input Pada Program PLC..... | 70 |
| Gambar 4.33. Proses Kerja Program PLC Yang Telah diberi Sinyal | 71 |
| Gambar 4.34. Flowchart Kerja Program Kondisi A | 73 |
| Gambar 4.35. Flowchart Kerja Program Kondisi B..... | 75 |
| Gambar 4.36. Flowchart Kerja Program Kondisi C..... | 77 |
| Gambar 4.37. <i>Main Generator</i> di Laboratorium..... | 78 |
| Gambar 4.38. <i>Emergency Generator</i> di Laboratorium | 79 |
| Gambar 4.39. <i>Supply Listrik</i> (Baterai) DC12V | 79 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.40. Rangkaian Keseluruhan Sistem ACOS | 80 |
| Gambar 4.41. Skema Diagram Sistem ACOS Keseluruhan . | 81 |
| Gambar 4.42. Proses Ketika Memasukkan Nilai 1 Pada Kolom CODE di HMI | 82 |
| Gambar 4.43. Proses Ketika Memasukkan Nilai 2 Pada Kolom CODE di HMI | 82 |
| Gambar 4.44. <i>Setting Timer</i> Untuk Program PLC di HMI | 83 |
| Gambar 4.45. <i>Screen</i> Ketika Menekan Menu Operation | 84 |
| Gambar 4.46. <i>Screen</i> Ketika Menekan Tombol Automatic | 84 |
| Gambar 4.47. Kondisi Suplai Listrik Dari <i>Main</i> <i>Generator</i> | 85 |
| Gambar 4.48. Suplai Listrik Dari <i>Main Generator</i> Menyuplai Listrik Kepada Beban Listrik AC | 86 |
| Gambar 4.49. Screen Menunjukkan <i>Main Generator</i> Menyuplai Kepada Beban Listrik AC | 87 |
| Gambar 4.50. Proses Mematikan Salah Satu Fasa Pada <i>Main Generator</i> Melalui Panel <i>Daya Main Generator</i> | 87 |
| Gambar 4.51. Suplai Listrik Berpindah Ke Baterai Dan Menyalakan Peralatan DC | 88 |
| Gambar 4.52. Display Saat Baterai Menyuplai Listrik DC Kepada Beban DC dan Proses <i>Starting Emergency Generator</i> | 89 |
| Gambar 4.53. Display HMI <i>Emergency Generator</i> | |

| | |
|--|----|
| Menyuplai Beban Listrik AC | 90 |
| Gambar 4.54. Suplai Listrik Dari <i>Emergency</i> <i>Generator</i> Menyuplai Listrik Kepada Beban Listrik AC | 91 |
| Gambar 4.55. Proses Menyalakan Kembali Phasa Yang Hilang Dari <i>Main Generator</i> | 92 |
| Gambar 4.56. Proses Pemindahan Suplai Listrik Dari <i>Emergency Generator</i> Menuju Baterai | 93 |
| Gambar 4.57. Proses Pemindahan Suplai Listrik Dari Baterai Menuju <i>Main Generator</i> | 94 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1. Perbandingan Relay dengan PLC..... | 16 |
| Tabel 2.2. Persamaan Relay Listrik dan Simbol pada Ladder Diagram..... | 17 |
| Tabel 2.3. Rangkaian AND | 18 |
| Tabel 2.4. Tabel Kebenaran Rangkaian AND..... | 18 |
| Tabel 2.5. Rangkaian OR | 19 |
| Tabel 2.6. Tabel Kebenaran Rangkaian OR..... | 19 |
| Tabel 2.7. Rangkaian NOR | 20 |
| Tabel 2.8. Tabel Kebenaran Rangkaian NOR | 20 |
| Tabel 2.9. Rangkaian NAND | 21 |
| Tabel 2.10. Tabel Kebenaran Rangkaian NAND | 21 |
| Tabel 2.11. Rangkaian Self Holding..... | 22 |
| Tabel 2.12. Tabel Kebenaran Rangkaian Self Holding | 22 |
| Tabel 4.1. Spesifikasi PLC Omron CPM1A..... | 49 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Listrik di Kapal dilayani oleh generator yang merupakan penyuplai listrik terbesar, menyediakan suplai listrik untuk peralatan listrik di kapal. Sehingga ketika terjadi pemadaman akibat adanya perawatan ataupun kesalahan sistem, maka akan terjadi sebuah kondisi yang sering disebut dengan *Black Out*.

Kondisi *Black Out* adalah kondisi di mana sumber tenaga penggerak utama, permesinan bantu, dan peralatan lainnya pada kapal tidak beroperasi karena tidak adanya pasokan listrik yang disebabkan oleh kegagalan pada sistem kelistrikan. Apabila *Black Out* terjadi pada kapal, maka harus disiapkan sebuah sistem kelistrikan yang mampu memasok listrik ke peralatan-peralatan krusial pada kapal. Untuk meningkatkan nilai keselamatan, sistem ini dibuat aktif secara otomatis agar kapal tidak berada dalam kondisi *Black Out* dalam waktu yang lama.

Adapun suplai listrik bantu ketika sumber utama terjadi pemadaman adalah baterai. Tetapi, baterai hanya menyuplai listrik DC kepada peralatan DC saja yang tidak boleh benar-benar mati. Untuk itu disediakan sebuah suplai listrik berupa genset yang melayani listrik secara terbatas. Suplai listrik ini dihasilkan oleh *emergency generator*. Selain itu perlu peran manusia dalam mengoperasikannya. Pengoperasian oleh manusia memiliki banyak kelemahan. Untuk itu, perlu adanya sebuah alat atau mekanisme yang dapat menggantikan

kerja yang dilakukan secara manual oleh manusia menjadi otomatis.

ACOS (Automatic Change Over Switch) adalah sebuah saklar yang menghubungkan sumber tenaga listrik dari sumber utama ke sumber cadangan. *Switch* dapat digunakan secara manual ataupun otomatis. *Automatic Transfer Switch (ATS)* sering dipasang di generator cadangan berada, sehingga generator dapat memberikan daya listrik sementara jika sumber listrik utama gagal serta mentransfer beban ke generator cadangan. ATS akan melepaskan suplai ke beban ketika tegangan dan frekuensi generator berada pada keadaan normal. Pekerjaan yang digantikan oleh ATS dari operator di antaranya menyalakan *emergency generator* saat terjadi pemadaman (*starting genset*), memantau kondisi operasi genset hingga normal dan siap menyuplai daya, memindahkan saklar beban utama dari sumber listrik *main generator* ke *emergency generator* maupun sebaliknya serta mematikan *emergency generator* saat sumber listrik *main generator* sudah kembali menyuplai daya di kapal.

PLC kebanyakan digunakan untuk mesin di darat. Tetapi kemajuan teknologi sudah mulai meranjak pada sistem otomatis pada kapal. Hal ini memudahkan untuk sistem pengoperasian dari sebuah mesin ataupun sistem. Dimana selain menghemat tenaga, juga dapat menjalankan mesin sesuai dengan yang diinginkan. Oleh sebab itu sistem PLC ini mulai diterapkan pada kapal. Dimana sistem-sistem yang ada pada kapal dibuat secara otomatis dari jarak jauh tanpa harus turun langsung ke ruang mesin. Sistem yang akan dipakai adalah sistem “Perancangan *Automatic Transfer Switch Main Generator - Emergency Generator* di kapal

berbasis PLC dan dimonitor menggunakan *Human Machine Interface (HMI)*”.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan prinsip dan keunggulan PLC yang dapat mengendalikan mesin sesuai dengan yang diinginkan, sehingga PLC dapat diaplikasikan untuk sistem *Automatic Switching Generator* di kapal. Maka diambil permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana perancangan sistem ATS dan AMF menggunakan *Programable logic control (PLC)*?
2. Bagaimana perancangan wiring sistem ATS dan AMF?
3. Bagaimana Pembuatan sistem *monitoring* dan *control starting emergency generator* menggunakan *Human Machine Interface (HMI)*?

1.3. Batasan Masalah

1. Biaya instalasi pemasangan dan sensor yang sesuai dengan sistem otomatis tidak diperhitungkan.
2. Merancang Program PLC ,wiring diagram, dan sistem *monitoring Emergency Generator* menggunakan HMI.
3. Tidak melakukan perhitungan daya umum kapal dan total beban listrik pada keadaan emergensi.
4. Parameter *switching* untuk *main generator* dan *emergency generator* adalah gagal phase dan *overvoltage* maupun *under voltage*.
5. Lama waktu *switching main generator* ke *emergency generator* berdasarkan standart Biro Klasifikasi Indonesia (BKI).
6. *Main generator* dan *emergency generator* menggunakan generator pada ruang laboratorium.

1.4. Tujuan Penulisan

1. Mengetahui sistem *Automatic Transfer Switch main generator to emergency generator* menggunakan PLC.
2. Mengetahui sistem monitoring *Automatic Transfer Switch* menggunakan *Human Machine Interface*.

1.5. Manfaat Penulisan

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir adalah:

1. Memberikan pengetahuan tentang prinsip kerja sistem *Automatic Change Over Switch* (ACOS) berbasis PLC.
2. Mengaplikasikan penggunaan PLC dan *Human Machine Interface* (HMI) pada dunia Marine.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

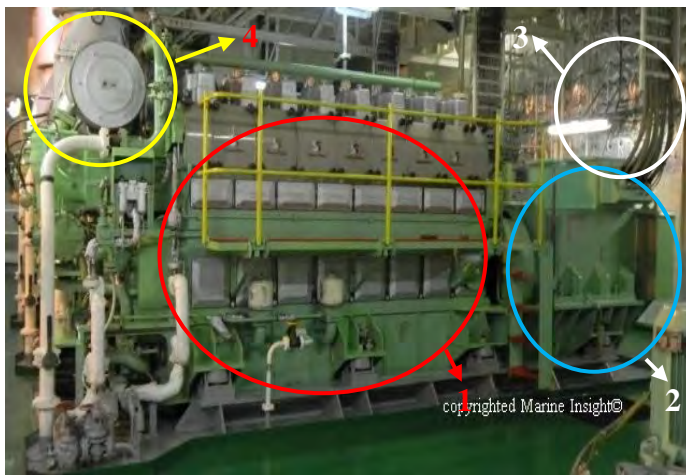
2.1. Generator

Generator adalah mesin yang dapat mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik melalui proses induksi elektromagnetik. Generator ini memperoleh energi mekanis dari *prime mover*. Generator arus bolak-balik (AC) dikenal dengan sebutan alternator. Generator diharapkan dapat mensuplai tenaga listrik pada saat terjadi gangguan, dimana suplai tersebut digunakan untuk beban prioritas. Sedangkan genset (generator set) merupakan bagian dari generator. Genset merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.

Suplai listrik di kapal sebagaimana kita ketahui berasal dari generator. Generator pada kapal diharuskan dapat melayani atau mensuplai sumber listrik kepada semua peralatan yang ada di kapal. Hal ini bertujuan agar kapal dapat beroperasi dengan baik. Beban ataupun peralatan listrik yang menggunakan listrik memiliki beragam karakteristik diantaranya bersifat resistif, induktif, dan kapasitif. Namun dalam skripsi ini tidak dibahas lebih detail mengenai karakteristik peralatan listrik di kapal.

Generator di kapal umumnya harus mempunyai *main generator*, *auxiliary generator*, dan *emergency generator*. Hal ini bertujuan untuk dapat handle bermacam kondisi di atas kapal. Hal ini dibagi atas beberapa kondisi, yaitu kondisi *sailing*, *maneuvering*, *cargo handling*, dan *at port*. Kondisi *sailing* adalah kondisi di mana kapal berlayar di lautan lepas, sehingga

peralatan yang digunakan di dalam kapal adalah peralatan vital seperti penerangan, komunikasi, navigasi, pompa pada sistem yang mensupport agar kapal dapat beroperasi dengan baik. Pada saat *sailing* generator yang digunakan adalah *main generator* dan *auxiliary generator* dan terdapat salah satu *standby generator* yang berfungsi sebagai pengganti apabila terjadi failure pada salah satu generator di saat kapal berlayar.



Gambar 2.1. Generator set di kapal

Keterangan gambar 2.1 generator set di kapal:

- 1 = *Prime Mover* generator: yaitu penggerak dari generator yang berupa mesin diesel
- 2 = Generator: peralatan yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik
- 3 = *Output* generator yaitu 3 Phase & netral
- 4 = *Exhaust* atau pembuangan dari sistem pembakaran dari mesin diesel Generator

Kondisi selanjutnya adalah kondisi *manuovering*. *Manuovering* adalah kondisi di mana saat kapal masuk atau bersandar di pelabuhan maupun saat kapal keluar dari pelabuhan. Kondisi ini hampir sama dengan kondisi *sailing* di mana generator yang digunakan adalah *main generator* dan *auxiliary generator* serta ada generator yang *standby*. Hal ini dikarenakan adanya peralatan bantu pada kapal yang harus nyala dan menggunakan suplai listrik sehingga membutuhkan generator.

Kondisi berikutnya adalah kondisi *at port*. *At port* atau dikenal dengan *anchoring* adalah kondisi dimana kapal menunggu giliran untuk masuk ke dalam pelabuhan. Kondisi ini mengharuskan kapal menurunkan jangkar beberapa *nautical mile* dari pelabuhan. Kondisi ini juga membutuhkan penggunaan generator untuk peralatan *anchoring*.

Kemudian kondisi yang terakhir adalah kondisi *cargo handling*. *Cargo handling* adalah kondisi di mana kapal melakukan proses bongkar-muat. Hal ini tergantung dari jenis kapal tersebut, karena menyangkut peralatan bongkar muat yang akan digunakan. Oleh karena itu penggunaan generator pada kondisi ini adalah *main generator*, *auxiliary generator* dan *standby generator*. Ini bertujuan agar dapat terpenuhinya suplai listrik bagi semua peralatan listrik pada saat proses bongkar-muat.

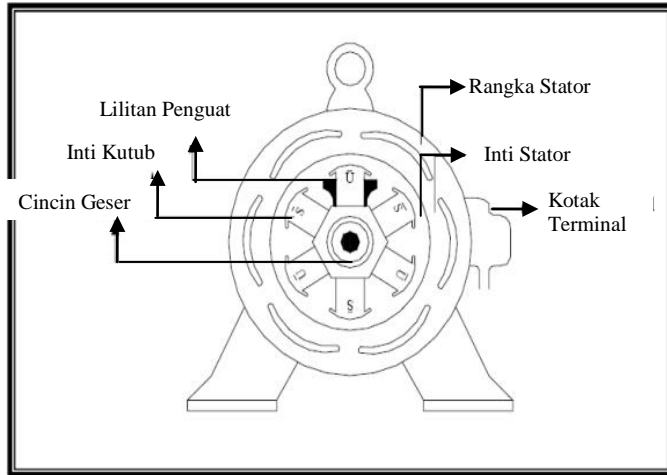
2.1.1. Konstruksi generator AC

Konstruksi dari Generator AC adalah sebagai berikut:

a. Rangka stator

Terbuat dari besi tuang, merupakan rumah dari bagian-bagian generator yang lain.

- b. Stator
Stator memiliki alur-alur sebagai tempat meletakkan lilitan stator. Lilitan stator berfungsi sebagai tempat GGL induksi.
- c. Rotor
Rotor adalah bagian yang berputar, pada bagian ini terdapat kutub-kutub magnet dengan lilitannya yang dialiri arus searah, melewati cincin geser dan sikat.
- d. Cincin geser
Terbuat dari bahan kuningan atau tembaga yang dipasang pada poros dengan memakai bahan isolasi. Slip ring ini berputar bersama-sama dengan poros dan rotor.
- e. Generator penguat
Generator penguat merupakan generator arus searah yang dipakai sebagai sumber arus. Pada umumnya generator AC ini dibuat sedemikian rupa, sehingga lilitan tempat terjadinya GGL induksi tidak bergerak, sedangkan kutub-kutub akan menimbulkan medan magnet berputar. Generator itu disebut dengan generator berkutub dalam, dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.2. Konstruksi Generator.

2.1.2. Cara Kerja Generator

Adapun prinsip kerja dari generator sinkron secara umum adalah sebagai berikut:

1. Kumparan medan yang terdapat pada rotor dihubungkan dengan sumber eksitasi tertentu yang akan mensuplai arus searah terhadap kumparan medan. Dengan adanya arus searah yang mengalir melalui kumparan medan maka akan menimbulkan fluks yang besarnya terhadap waktu adalah tetap.
2. Penggerak mula (*Prime Mover*) yang sudah terkopel dengan rotor segera dioperasikan sehingga rotor akan berputar pada kecepatan nominalnya.
3. Perputaran rotor tersebut sekaligus akan memutar medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan medan. Medan putar yang dihasilkan pada rotor, akan diinduksikan pada kumparan jangkar
4. Sehingga pada kumparan jangkar yang terletak di stator akan dihasilkan fluks magnetik yang

berubah-ubah besarnya terhadap waktu. Adanya perubahan fluks magnetik yang melingkupi suatu kumparan akan menimbulkan ggl induksi pada ujung-ujung kumparan tersebut.

Generator AC bekerja dengan prinsip induksi elektromagnetik. Generator AC terdiri dari stator yang merupakan elemen diam dan rotor yang merupakan elemen berputar dan terdiri dari belitan-belitan medan. Pada generator AC jangkanya diam sedangkan medan utamanya berputar dan lilitan jangkarnya dihubungkan dengan dua cincin geser.

2.2. ***Programmable Logic Controller (PLC)***

Programmable Logic Controller (PLC) merupakan control microprosesor sebagai yang dirancang khusus untuk beroperasi di lingkungan industri. PLC bekerja dengan cara menerima data dari peralatan *input* berupa saklar-saklar, sensor-sensor dan sebagainya dan kemudian oleh PLC diolah sebagai data bersifat logika yang selanjutnya disimpan dalam memori. Dari perubahan *input* kemudian diolah oleh PLC dan ditransfer ke *output* yang kemudian dapat digunakan untuk menggerakkan mesin-mesin.



PLC type Compact

PLC type Modular



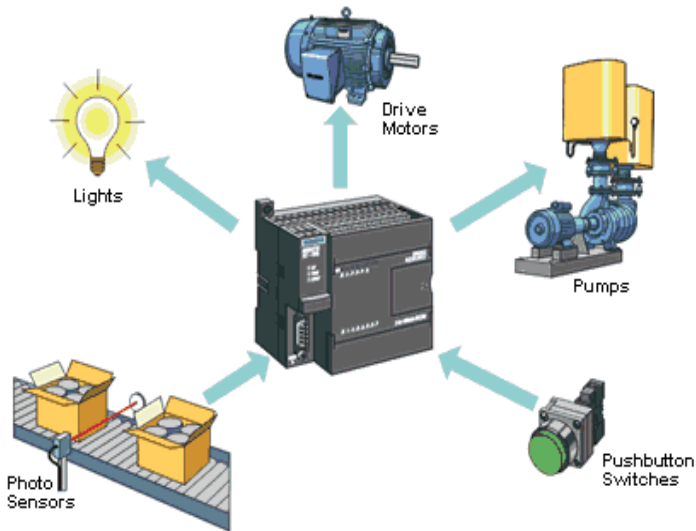
PLC type Rack



Gambar 2.3. Contoh *Programmable Logic Controller* (PLC)

Programmable Logic Controller (PLC) mempunyai (*Centrall Processing Unit*) CPU yang dapat dibayangkan seperti kumpulan dari relay. Tetapi bukan berarti di dalamnya terdapat banyak relay dalam ukuran yang sangat kecil. Di dalam PLC berisi rangkaian elektronika digital yang dapat difungsikan seperti kontak *Normaly Open* (NO) dan contact *Normaly Close* (NC) relay. Bedanya bahwa satu nomer kontak relay pada PLC dapat digunakan berkali-kali untuk semua intruksi dasar selain sebagai intruksi output. Pada dasarnya PLC merupakan komponen elektronika yang menggantikan fungsi-fungsi relay dengan kemampuan

yang lebih luas dibanding dengan relay itu sendiri. Dengan kemampuan yang lebih luas dibanding dengan relay itu sendiri. Dengan kemampuan yang luas itu PLC dikembangkan sehingga dapat melakukan operasi aritmatika (perhitungan) konversi analog ke digital dan sebaliknya, membandingkan data-data yang diisi dan menyelesaikan fungsi yang kompleks.



Gambar 2.4. Contoh aplikasi dari PLC

Pada PLC, untuk pemograman digunakan ladder diagram dengan standar simbol relay yang telah digunakan sebelumnya dalam control sekuensial. Ladder diagram ini kemudian diubah menjadi kode mnemonic yang dapat langsung dimasukkan ke *programming console*.

Perbedaan yang lain antara keduanya yaitu dalam hal penyelesaian masalah dan pemeliharaan. Pemeliharaan PLC dapat dilakukan oleh seorang teknisi dengan minimal training. Sebagian besar

pemeliharaannya dilakukan dengan memindahkan modul-modulnya. PLC memiliki program diagnose yang dapat digunakan oleh seorang teknisi untuk mengetahui lokasi dari modul yang rusak, sedangkan untuk sebuah computer, perawatannya membutuhkan seorang ahli elektronik untuk pemeliharannya.

2.2.1. Konfigurasi system PLC

PLC secara keseluruhan dibentuk oleh beberapa device. Masing-masing unit yang membentuk konfigurasi PLC diterangkan sebagai berikut:

a. *Power Supply*

Unit power supply ini berfungsi untuk memberikan sumber daya listrik ke PLC.

b. *CPU (Central Processing Unit)*

Unit Central Processing Unit merupakan otak dari PLC. Pada CPU ini program yang diberikan akan diolah sehingga system control yang telah didesain bekerja sesuai dengan yang diinginkan. CPU PLC sangat bervariasi tergantung pada tipe dari masing-masing PLC. Salah satu model PLC tipe Omron CP1L. untuk komponen CPU ada 2 bagian yang tersedia, yaitu:

1. Dengan menggunakan power supply AC (CP1L-M40DR-A)
2. Dengan menggunakan power supply DC (CP1L-M40DT-D)

c. *Unit memory PLC*

Unit memory dari PLC terdapat 3 macam, yaitu:

1. *RAM (Random Acces Memory)*

Random Acces Memory mempunyai kemampuan yaitu ketika informasi yang

diberikan ke dalam RAM dapat dibaca dan ditambahkan.

2. EPROM (*Erasable Programmable Read Only Memory*)

Erasable Programmable Read Only Memory adalah PROM special desain yang menyediakan penyimpanan program sementara dan dapat deprogram ulang hanya menggunakan PROM writer.

3. EEPROM (*Electrical Erasable Programmable Read Only Memory*)

Electrical Erasable Programmable Read Only Memory menyediakan media penyimpanan program sementara yang dapat dirubah menggunakan CRT standar atau unit pemograman manual

d. Unit *Input* PLC

Unit *input* PLC terdiri dari beberapa terminal yang memiliki level tegangan 24 VDC. Unit *input* ini digunakan sebagai inputan dari tombol-tombol panel control, *interlock* antar PLC, dan *input* pulsa *High Speed Counter*.

Unit *input* PLC tergantung pada jumlah dan tipe *input*. Tipe *input* ada 2 macam, yaitu:

1. Digital *input* disebut sebagai *input point* digital:
Sebagai contoh, DC 24V input, DC 5V/TTL input, AC/DC 24V input, AC 110V input dan AC 220V input.
2. Analog input disebut *input point Linier*:
Sebagai contoh, 0-10V DC, -10V DC 10V DC dan 4-20mA DC

e. Unit Output PLC

Unit Output PLC memiliki beberapa terminal tergantung dari tipe PLC yang digunakan, berisi relay-relay mikro yang berfungsi sebagai kontak antar catu daya dengan beban. Unit ini merupakan indicator yang penting untuk mengetahui apakah program PLC yang dibuat sudah sesuai dengan yang diinginkan.

Unit Output PLC juga tergantung dari jumlah tipe Output. Tipe Output PLC ada 2 macam yaitu:

1. Digital Output

Contohnya relay Output, AC 110V *output* (solid State), AC 220V *output* (*PNP type* dan *NPN type*) dan DC 24V *Dynamic Output*.

2. Analog Output

Contohnya 0-10V DC, -10V DC 10V DC dan 4-20 mA DC

f. Hubungan Unit I/O PLC

Secara umum konfigurasi unit CPU dan unit ekspansi input/output (I/O) dapat digabungkan, tergantung dari jenis Unit CPU tersebut. Tetapi ada beberapa unit CPU yang tidak dapat digabungkan dengan unit ekspansi I/O.

g. *Peripheral PLC* (penghubung PLC)

Beberapa komponen penghubung PLC adalah sebagai berikut:

a. *Handheld Programming Console*

b. *LSS (Ladder Support Software)*

c. *SSS (Sysmatic Support Software)*

d. *GPC (Graphic Programming Console)*

e. *FIT (Factory Intelligent Terminal)*

Pada tugas akhir ini komponen penghubung dengan PLC adalah jenis (*Ladder Support Software*). LSS yang digunakan adalah model software CX Programmer 9.4.

2.2.2. Pemograman Pada PLC

Pada dasarnya PLC dapat menggantikan fungsi dari relay-relay. Hubungan antara relay dengan PLC dapat dilihat pada tabel berikut:

| | |
|--------|--------|
| Relay | PLC |
| Kontak | Input |
| Koil | Output |
| Relay | Bit |

Tabel 2.1. Perbandingan Relay dengan PLC

Pada tabel 2.1 kontak pada sistem relay digantikan oleh fungsi *input* pada PLC. Demikian pula fungsi koil dan relay digantikan fungsinya oleh *output* dan bit pada sistem PLC.


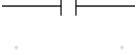
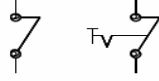
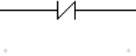

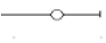
2.2.2.1. Teknik Pemograman

Saat menentukan peralatan, maka yang harus dipikirkan adalah bagaimana menghubungkan rangkaian yang satu dengan yang lain. Dalam PLC rangkaian pengaturan tersebut digambarkan pada diagram tangga, seperti simbol berikut ini:

a. Ladder Diagram

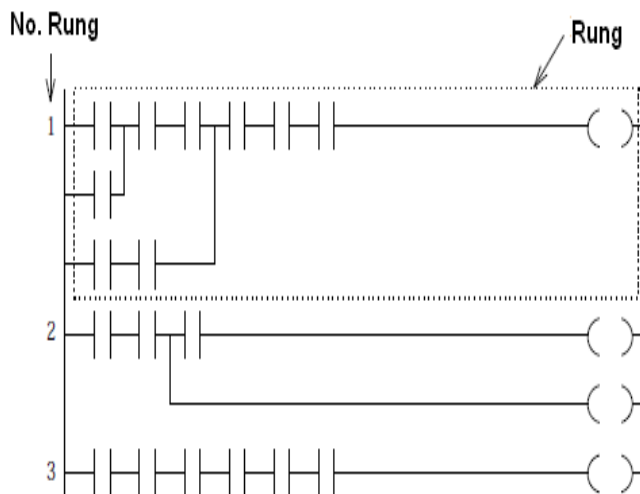
Ladder diagram adalah bahasa yang menggunakan simbol relay sebagai komponen programnya. Logika keluaran yang dihasilkan pun ekuivalen dengan susunan relay listrik sesungguhnya.

Tabel persamaan antara relay listrik dan simbol pada ladder diagram :

| Nama | Simbol Listrik | Simbol Ladder |
|------------------------------|---|---|
| Relay NO (Normally Open) |  |  |
| Relay NC (Normally Close) |  |  |
| Kumparan output |  |  |

Tabel 2.2. Persamaan Relay Listrik dan Simbol pada Ladder Diagram

Ladder diagram memiliki komponen yang disebut rung. Rung mendefinisikan satu network yang menghubungkan masing-masing simbol satu sama lain.




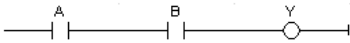
Gambar 2.5. Rung pada Ladder Diagram

b. Pemrograman menggunakan ladder diagram

1. Rangkaian AND

Deskripsi :

- Rangkaian relay : Arus akan mengalir ke kumparan Y jika kedua relay A dan B menutup
- Diagram Ladder : *Output* Y akan ON jika *input* A dan B ON.

| Rangkaian Relay | Diagram Ladder |
|---|---|
|  |  |

Tabel 2.3. Rangkaian AND

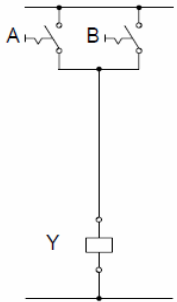

| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

Tabel 2.4. Tabel Kebenaran Rangkaian AND

2. Rangkaian OR

Deskripsi :

- Rangkaian relay : Arus akan mengalir ke kumparan Y jika relay A atau B atau keduanya menutup.
- Diagram Ladder : *Output* Y akan ON jika *input* A atau B atau keduanya ON.

| Rangkaian Relay | Diagram Ladder |
|---|---|
|  |  |

Tabel 2.5. Rangkaian OR

| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

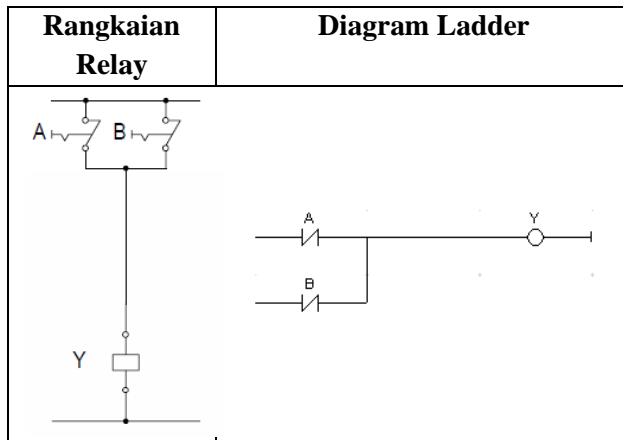
Tabel 2.6. Tabel Kebenaran Rangkaian OR

3. Rangkaian NOR

Deskripsi :

- Rangkaian relay : Arus ke kumparan Y akan putus jika kedua relay A dan B membuka.

- Diagram Ladder : *Output* Y akan OFF jika kedua *input* A dan B ON.



Tabel 2.7. Rangkaian NOR


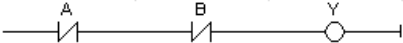
| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

Tabel 2.8. Tabel Kebenaran Rangkaian NOR

4. Rangkaian NAND

Deskripsi :

- Rangkaian relay : Arus ke kumparan Y akan putus jika relay A atau B atau keduanya membuka.
- Diagram Ladder : *Output* Y akan OFF jika *input* A atau B atau keduanya ON.

| Rangkaian Relay | Diagram Ladder |
|---|---|
|  |  |

Tabel 2.9. Ragkaian NAND

| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

Tabel 2.10. Tabel Kebenaran Rangkaian NAND

5. Rangkaian Self Holding

Deskripsi :

- Rangkaian relay : Arus akan mengalir ke kumparan Y jika relay A menutup, dan arus akan tetap mengalir ke Y walaupun relay A telah kembali membuka. Arus baru akan terputus saat relay B membuka.
- Diagram Ladder : *Output* Y akan ON jika *input* A ON. *Output* Y akan tetap ON walaupun *input* A telah OFF. *Output* Y baru akan OFF jika *input* B ON

| Rangkaian Relay | Diagram Ladder |
|-----------------|----------------|
| | |

Tabel 2.11. Rangkaian Self Holding

| A | B | Y |
|---|---|-----|
| 0 | 0 | 0/1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

Tabel 2.12. Tabel Kebenaran Rangkaian Self Holding

Secara umum sistem pemrograman PLC dapat dibuktikan dengan cara rangkaian control yang ditulis dalam diagram tangga atau Ladder Diagram yang langsung dapat deprogram tanpa harus mengubah dulu ke fungsi mnemoniknya (dikodekan dahulu), sesuai dengan tombol-tombol yang ada pada keyboard PLC. Untuk selanjutnya dalam masalah sistem pemrograman dan pengoperasian PLC ini akan dibahas sistem pemrograman dengan menggunakan fungsi mnemoniknya.

1. Rancangan rangkaian suatu sistem
Dalam merencanakan rangkaian control dari suatu proses harus ditentukan hal-hal sebagai berikut:
 - a. Banyaknya mesin-mesin atau motor-motor penggerak yang digunakan dalam sistem kontrol tersebut.
 - b. Deskripsi dari rangkaian kontrol harus dibuat dengan urutan yang jelas, sehingga siklus kerja dari rangkaian kontrol dapat bekerja dengan handal, aman dan efisien.
 - c. Rangkaian kontrol harus sesederhana mungkin sehingga memudahkan dalam pemrograman, mengontrol dan mengatasi gangguan yang terjadi.
2. Penentuan *input* dan *output* pada rangkaian kontrol
Jumlah *input* dan *output* dari rancangan kontrol harus disesuaikan dengan jumlah terminal yang tersedia pada PLC. Jumlah terminal *input* dan *output* dari tiap-tiap PLC adalah berbeda. Untuk mempermudah dalam pembuatan program yaitu dalam bentuk ladder diagram maka harus ditentukan dahulu peralatan *input* dan *output*. Peralatan *input* yang dapat digunakan dapat berupa sensor-sensor, *selector switch*, *limit switch*, *push button* dan lain-lain.
Sedangkan untuk peralatan *output* dapat berupa alarm, lampu, motor, dan lainnya. Peralatan *input* dan *output* harus diberi kode atau nomer pengenal yang sesuai dengan tugasnya masing-masing, hal ini lebih memudahkan dalam mencari letak kesalahan bila terjadi gangguan pada rangkaian kontrolnya.

3. Penulisan rangkaian kontrol ke dalam diagram tangga atau dikodekan ke mnemonik

2.2.2.2. Pemograman PLC Menggunakan PC

Selain pemograman PLC menggunakan programming Console, PLC juga dapat diprogram melalui sebuah *personal computer* (PC). Pemograman melalui komputer melibatkan piranti lunak yaitu dengan menggunakan LSS (*Ladder Support Software*) yang bermodus DOS (*Disk Operation System*) atau dengan menggunakan SYSWIN yang bermodus *windows*.

2.2.3. Keunggulan PLC

Adapun keunggulan pemakaian PLC pada otomatisasi adalah sebagai berikut:

1. Kemampuan bekerja pada lingkungan yang keras, kondisi suhu yang beragam yakni lembab, normal maupun suhu tinggi.
2. PLC mempunyai kehandalan yang lebih dibandingkan dengan sistem konvensional.
3. Standarisasi pada control hardware.
4. Hemat pembiayaan untuk penggunaan hardware yang kompleks. Di mana semua diganti dengan penggunaan ladder pada program PLC, sehingga lebih simple dan mengurangi pemasangan hardware yang banyak.
5. Perawatan yang mudah di mana apabila melakukan *troubleshooting system*, maka akan mempermudah dalam menemukan kesalahan maupun kerusakan.
6. *Down time* yang rendah di mana fungsi *self diagnostic* dapat digunakan untuk mengecek kesalahan pada CPU, kesalahan memory, kesalahan

input dan output dapat digunakan sistem *force output*.

7. Waktu penerapan yang lebih singkat.
8. Perubahan yang mudah tanpa biaya tambahan.
9. Menghemat space dalam penginstalan dan penggunaan daya yang lebih rendah.
10. Fleksibilitas dicapai dari *software*.

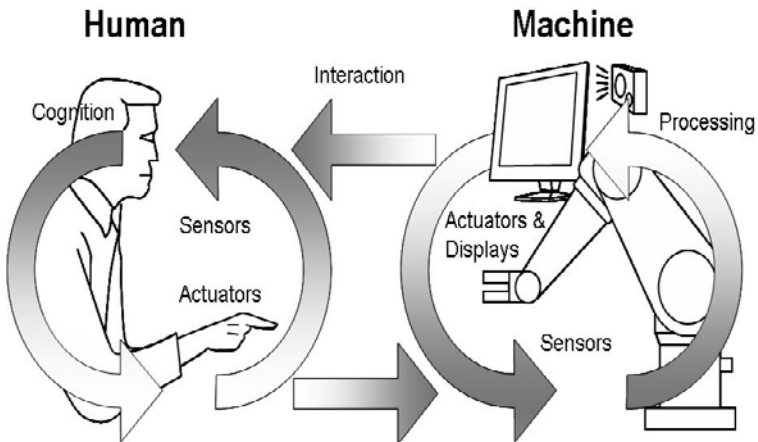
2.3. *Human Machine Interface (HMI)*

Human Machine Interface (HMI) merupakan suatu program simulasi yang digunakan Program PLC (*programmable logic Control*) untuk mensimulasikan program dari PLC supaya program PLC dapat digunakan dengan mudah dan efisien. Program HMI dibuat bertujuan untuk memudahkan manusia untuk mengontrol suatu alat. Selain itu, program HMI dibuat supaya dapat meminimalisir angka kecelakaan kerja. Karena dengan menggunakan HMI, manusia dapat mengontrol suatu alat dari tempat yang jauh dari alat yang akan dioperasikan.

HMI dapat digunakan untuk program otomatis dan manual. Dalam program otomatis, manusia hanya berfungsi dalam memulai program kemudian setelah itu manusia hanya memantau apakah program berjalan dengan baik atau tidak. Dalam program manual, manusia hanya berfungsi sebagai starter dan stop suatu program, tetapi dalam program manual ini manusia harus *standby* terus pada peralatan kontrol karena manusia juga berperan aktif dalam berjalannya suatu program. Kedua sistem ini (manual dan otomatis) sangat diperlukan dalam pengoprasian suatu alat karena program manual sangat diperlukan apabila suatu program otomatisnya tidak berfungsi, dengan adanya

program manual,kita dapat meneruskan suatu program otomatis yang sedang berhenti.

Pada pengaplikasian di kapal dapat dilakukan untuk mengendalikan peralatan listrik dari ruang navigasi maupun dari ruang kontrol mesin tanpa harus turun langsung ke ruang mesin dan menjalankan peralatan tersebut. Hal ini sangat membantu untuk penghematan waktu untuk proses pengoperasian di dalam kapal karena anak buah kapal tidak perlu turun langsung ke peralatan. Cukup memonitor dan mengontrol dari jarak jauh.



Gambar 2.6. Skematik sistem penggunaan *Human Machine Interface*

Dalam pembuatan Program HMI, merupakan proses pemograman yang sangat *sensitive* dengan suatu kesalahan dalam memasukkan data. Apabila kita salah dalam memasukkan data maka program HMI dapat berjalan oleh karena itu dalam pembuatan program HMI membutuhkan suatu ketelitian yang sangat baik.



Gambar 2.7. *Human Machine Interface (HMI)*

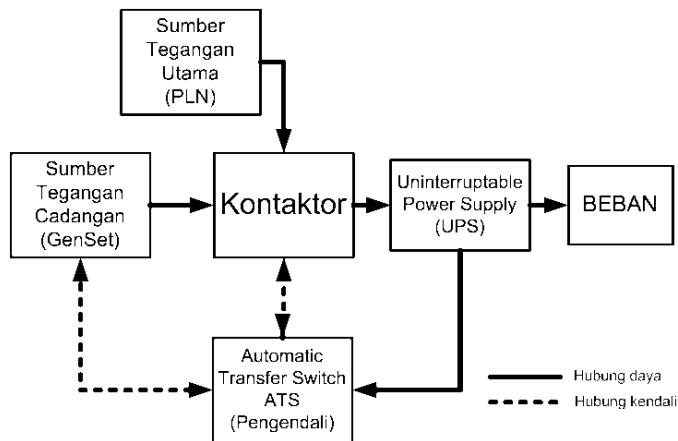
2.4. *Automatic Transfer Switch (ATS)*

Automatic Transfer Switch (ATS) adalah suatu rangkaian yang mampu memindahkan beban dari sumber listrik utama ke sumber listrik cadangan. ATS terdiri dari beberapa sakelar yang menyerupai *home* sakelar, hanya saja perangkat ATS ini sudah mampu bekerja secara otomatis. Sistem pengoperasian perangkat ATS ini sangatlah mudah, karena panel terinstalasi dengan baik sehingga ketika daya utama misalnya *main supply* hilang atau gagal, maka perangkat ATS ini akan segera memindahkan beban dari *main supply* ke genset.



Gambar 2.8. Contoh *Automatic Transfer System*

Begitu pula sebaliknya, ketika *main supply* kembali menyuplai daya maka ATS akan segera memindahkan beban dan mematikan genset. Komponen-komponen penyusun ATS meliputi lampu indikator, kontaktor dan relay-relay. Kontaktor berjumlah dua unit yaitu satu unit untuk kontaktor genset dan satu unit yang lain untuk kontaktor *main supply*. Prinsip dari kontaktor ini adalah ketika salah satu kontaktor bekerja, maka kontaktor yang lain akan terkunci atau *interlock*. Sehingga hanya satu suplai daya yang dapat terhubung ke beban serta menghindari terhubungnya suplai daya utama dengan suplai daya cadangan.



Gambar 2.9. Skematik Sistem ATS

2.5. *Accumulator* (Aki)

Accumulator (Accu atau Aki) merupakan sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energy listrik) dalam bentuk energ kimia. Contoh-contoh accumulator merupakan baterai dan kapasitor. Pada umumnya di Indonesia Accumulator hanya dikenal

sebagai baterai mobil. Sedangkan bahasa inggris, *Accumulator* dapat mengacu kepada baterai, kapasitor, kompulstator dan lain-lain. *Accumulator* termasuk dalam jenis sel sekunder, artinya sel ini dapat dimuati ulang ketika muatannya habis. Hal ini karena reaksi kimia dalam sel dapat dibalikkan arahnya. Jadi sewaktu sel dimuati, energi listrik diubah menjadi energi kimia, dan sewaktu sel bekerja, energi kimia diubah menjadi energi listrik. Di dalam standar internasional setiap satu cell accumulator memiliki tegangan sebesar 2 Volt sehingga aki 12 Volt DC, memiliki 6 cell sedangkan untuk aki 24 Volt DC memiliki 12 Cell.



Gambar 2.10. *Accumulator* (Aki)

Dua jenis elemen yang merupakan sumber arus searah (DC) dari proses kimiawi, merupakan elemen primer dan elemen sekunder. Elemen primer terdiri dari elemen basah dan elemen kering. Reaksi kimia pada elemen primer yang menyebabkan elektron mengalir dari elektroda negatif (katoda) ke elektroda positif (anoda) tidak dapat dibalik arahnya. Maka jika muatannya habis, maka elemen primer tidak dapat dimuati kembali dan memerlukan penggantian bahan

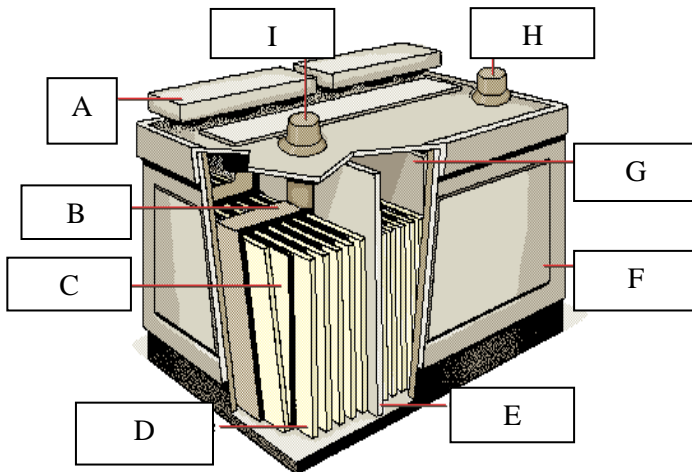
pereaksinya. Contoh elemen primer merupakan batu baterai (*dry cells*).

Sedangkan elemen sekunder harus diberi muatan terlebih dahulu sebelum digunakan dengan cara mengalirkan arus listrik melaluinya. Elemen sekunder dapat dimuati kembali berulang kali, lebih dikenal dengan Aki. Dalam aki terjadi proses kimia yang *reversible* dengan efisiensi yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia *reversible* di dalam aki saat dipakai merupakan proses pengubahan tenaga kimia menjadi tenaga listrik (*discharging*) sedangkan saat diisi atau dimuati, terjadi proses tenaga listrik menjadi tenaga kimia (*charging*).

2.5.1. Jenis Battery

Jenis battery digolongkan menjadi 2 macam yaitu:

1. VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*) / SLA (*Sealed Lead Acid*) atau lebih dikenal dengan istilah aki kering merupakan baterai tertutup (sealed).



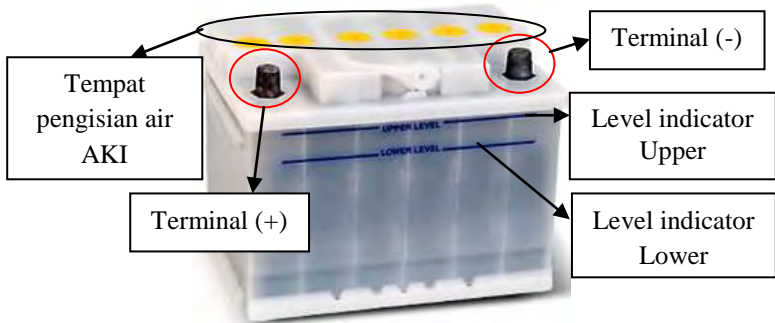
Gambar 2.11. Accu Kering

Keterangan Gambar 2.11:

- A = *Vent Caps*
- B = *Cell Connector*
- C = *Positive Electrode (Lead Dioxide)*
- D = *Negative Electrode (Lead)*
- E = *Cell Divider*
- F = *Protective Casing*
- G = *Electrolyte Solution (Dilute Sulfuric Acid)*
- H = *Negative Terminal*
- I = *Positive Terminal*

Pada gambar 2.11 karena sifatnya tertutup maka uap yang keluar dari baterai sangat sedikit (terjadi rekombinasi) sehingga tidak perlu menambah cairan / *electrolyte* selama masa pemakaian accu tersebut. Istilah *Valve* mengacu pada katup yang ada di *VRLA battery* sehingga sebagai sarana keluarnya uap untuk mencegah tekanan dalam baterai terlalu besar yang dapat menyebabkan baterai menggelembung.

2. *VLA (Vented Lead Acid)* atau disebut dengan istilah Accu / battery basah merupakan baterai yang mengandung cairan / *electrolyte* dan memerlukan pengisian *electrolyte* selama masa pemakaian baterai tersebut.



Gambar 2.12. Accu Basah

Menurut *International Convention for the Safety Of Life At Sea* (SOLAS) memberikan aturan mengenai instalasi kelistrikan pada kapal untuk keselamatan kapal, ABK, penumpang maupun muatan. SOLAS *Chapter II-1 Construction-Structure, Stability, Installation* mengatakan bahwa suplai emergensi menggunakan baterai mampu mensuplai selama 18 jam untuk peralatan pada kapal cargo seperti di bawah ini:

- Lampu penerangan untuk daerah peluncuran sekoci, gangway, dan tangga pada deck akomodasi, pada kamar mesin dan engine control room, pada ruang main switch board dan emergency switch board, pada ruang steering gear, CO2 room, serta ruangan penyimpanan perlengkapan pemadam kebakaran.
- Lampu navigasi
- Radio komunikasi
- Sistem alarm dan deteksi kebakaran
- Sistem alarm dan informasi
- Peralatan navigasi
- Automatic sprinkle pump
- Sistem pintu kedap air

2.5.2. Peralatan Yang Beroperasi Pada Saat Black Out di Kapal

a. *Emergency Lamp* (Lampu Emergensi)

Lampu emergensi digunakan pada saat kapal mengalami kondisi *black out*. Lampu ini berfungsi untuk membantu pada saat evakuasi ABK. Lampu emergensi juga berfungsi untuk menerangi ruangan-ruangan yang dibutuhkan untuk proses seperti menyalakan *emergency generator*. Tegangan operasi untuk lampu emergensi biasanya 24VDC.



2.13. *Emergency Lamp*

b. GPS

GPS adalah peralatan yang digunakan untuk memberikan ataupun mengetahui posisi kapal berada untuk derajat lintang dan bujurnya. Setelah sudah diketahui posisi kapal, maka dapat memberitahukan posisi kapal tersebut kepada kapal lain yang berada dekat dengan kapal ataupun kepada pelabuhan terdekat agar segera mendapatkan bantuan ketika mengalami black out.



2.14. GPS di kapal

c. Radio Komunikasi

Alat ini harus tetap berfungsi di kapal ketika kapal mengalami *black out*. Hal ini dikarenakan radio komunikasi digunakan untuk proses komunikasi baik di dalam kapal maupun dari kapal terhadap kapal lain dan pelabuhan yang berada dekat dengan kapal.



Gambar 2.15. Radio Komunikasi di kapal

d. Automatic Sprinkle Pump

Automatic sprinkle pump berfungsi untuk memompa air untuk sistem pemadam kebakaran otomatis, apabila kapal mengalami kebakaran dan disaat itu pula terjadi *black out*, sehingga *automatic sprinkle pump* harus tetap berfungsi.



Gambar 2.16. *Emergency Sprinkler Pump*

e. Peralatan Navigasi

Peralatan navigasi harus tetap menyala ketika kapal mengalami *black out*, bertujuan untuk memberikan informasi dan berkomunikasi untuk segera mendapatkan bantuan baik dari kapal terdekat maupun pelabuhan.



Gambar 2.17. Peralatan Navigasi di Kapal

2.6. ***Emergency Generator***

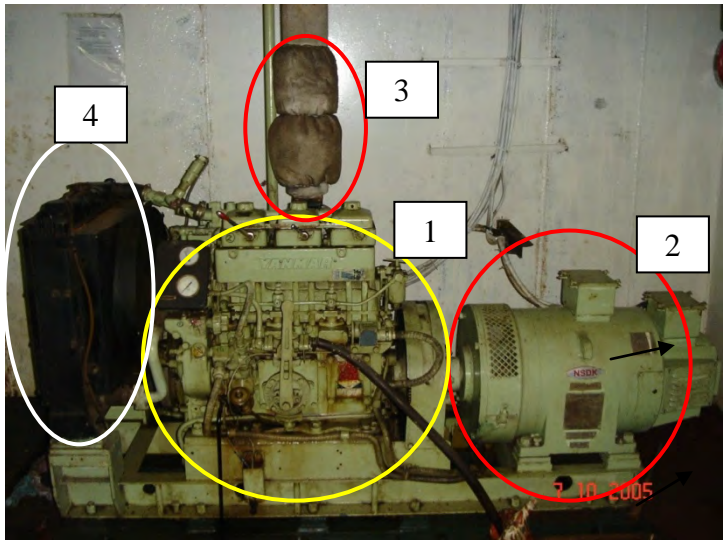
Emergency generator adalah peralatan yang menyuplai listrik apabila kapal mengalami *black out* atau *failure* pada *main generator*. *Emergency generator* juga termasuk dalam *Emergency Source of Electrical Power* (ESEP). Di mana dalam SOLAS *Chapter II-I Contruction – Strukture, stability, installation. Regulation of 43* bahwa ESEP atau sumber daya listrik emergensi dapat berupa *emergency generator* atau baterai. Ketika *emergency power* yang digunakan adalah *emergency generator* maka harus:

- Mempunyai penggerak *independent* dan mempunyai pasokan bahan bakar sendiri
- Harus otomatis terhubung dengan *emergency switch board* (ESB)
- *Switching* dan pembebanan untuk *emergency generator* harus secepat mungkin dalam waktu 45 *second*.

Dalam BKI vol IV 2014, *Rules of Electrical installations Section 2 B* dan *section 3 B* tentang *emergency generator* dimana dijelaskan bahwa:

- Mempunyai penggerak tersendiri
- Berada di tempat yang dapat dijangkau melalui deck terbuka jika terjadi insiden kebakaran atau insiden lain
- Mempunyai suplai bahan bakar sendiri
- Mempunyai sistem pendingin *independent*
- Terhubung pada *emergency switch board* (ESB)
- Beroperasi secepat mungkin setelah *main generator* mengalami *failure* di bawah 45 *second*

Ukuran dari *emergency generator* lebih kecil dari pada ukuran *main generator*, hal ini dikarenakan *emergency generator* hanya menyuplai beban-beban penting seperti peralatan komunikasi, peralatan navigasi, *emergency fire pump*, *fire alarm* dan *fire detector*, *emergency steering gear*, *battery charger*, penerangan lampu utama pada kapal dan *emergency fan* pada ruang mesin.



Gambar 2.18. *Emergency Generator*

Keterangan gambar 2.16. *Emergency Generator*:

- 1 = *Prime Mover* / penggerak *emergency generator* berupa diesel engine
- 2 = Generator atau penghasil energi listrik
- 3 = *Exhaust* atau knalpot buangan gas sisa pembakaran
- 4 = Pendingin dari *emergency generator* yaitu menggunakan udara atau radiator

2.7. ***Emergency Switch Board (ESB)***

Emergency Switch Board (ESB) adalah sebuah papan atau panel yang berisi wiring rangkaian listrik. Panel ini juga berisikan peralatan-peralatan yang digunakan untuk proses switch sumber tenaga listrik dari main generator menuju *battery* atau *emergency generator*. Pada ESB juga terdapat rangkaian ACOS (*Automatic change over switch*) yang digunakan untuk proses *switch* menuju *emergency power* secara otomatis.



Gambar 2.19. Panel *Emergency Switchboard (ESB)*

BAB III

METODOLOGI

3.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi dan merumuskan masalah yang ada. Pada skripsi ini, permasalahan yang diambil adalah sistem otomatisasi *emergency generator* pada kapal.

3.2. Studi Literatur

Tahap ini merupakan tahap pembelajaran mengenai teori-teori dasar yang akan dibahas pada penulisan skripsi ini. Sumber yang diambil berasal dari buku-buku, paper, internet, tutorial, regulasi, dan lain-lain yang mendukung pembahasan skripsi ini.

3.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai kapal meliputi data umum kapal, total beban listrik pada keadaan *emergency/ darurat*. Pada skripsi ini data berdasarkan/merujuk kepada BKI dan SOLAS. Tentang regulasi *supply emergency* dan peralatan yang digunakan pada saat keadaan *emergency*.

3.4. Analisa Data

Analisa data merupakan tahap di mana hasil data-data yang telah didapat, di analisa dan direncanakan sebuah sistem dengan dilakukannya penentuan peralatan yang digunakan dalam sistem *Automatic Transfer Switch* sistem *emergency* di kapal.

3.5. Perancangan Peralatan

Pada tahap perancangan peralatan dilakukan sebuah perancangan peralatan sistem otomatisasi switching berdasarkan data yang telah dianalisa. Berdasarkan data yang ada dapat dilakukan perancangan wiring, peletakan komponen, untuk sistem otomatisasi *switching emergency generator* di kapal dengan menambahkan komponen agar sistem otomatisasi dapat beroperasi dengan baik.

3.6. Pembuatan Peralatan

Setelah perancangan peralatan dilakukan, maka selanjutnya adalah pembuatan peralatan. Pada tahap ini dilakukan pembuatan instalasi listrik pada komponen, pembuatan program sistem switching dan monitoring pada peralatan. Dimana bertujuan agar sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan berdasarkan referensi dan regulasi yang ada.

3.7. Pengujian Peralatan

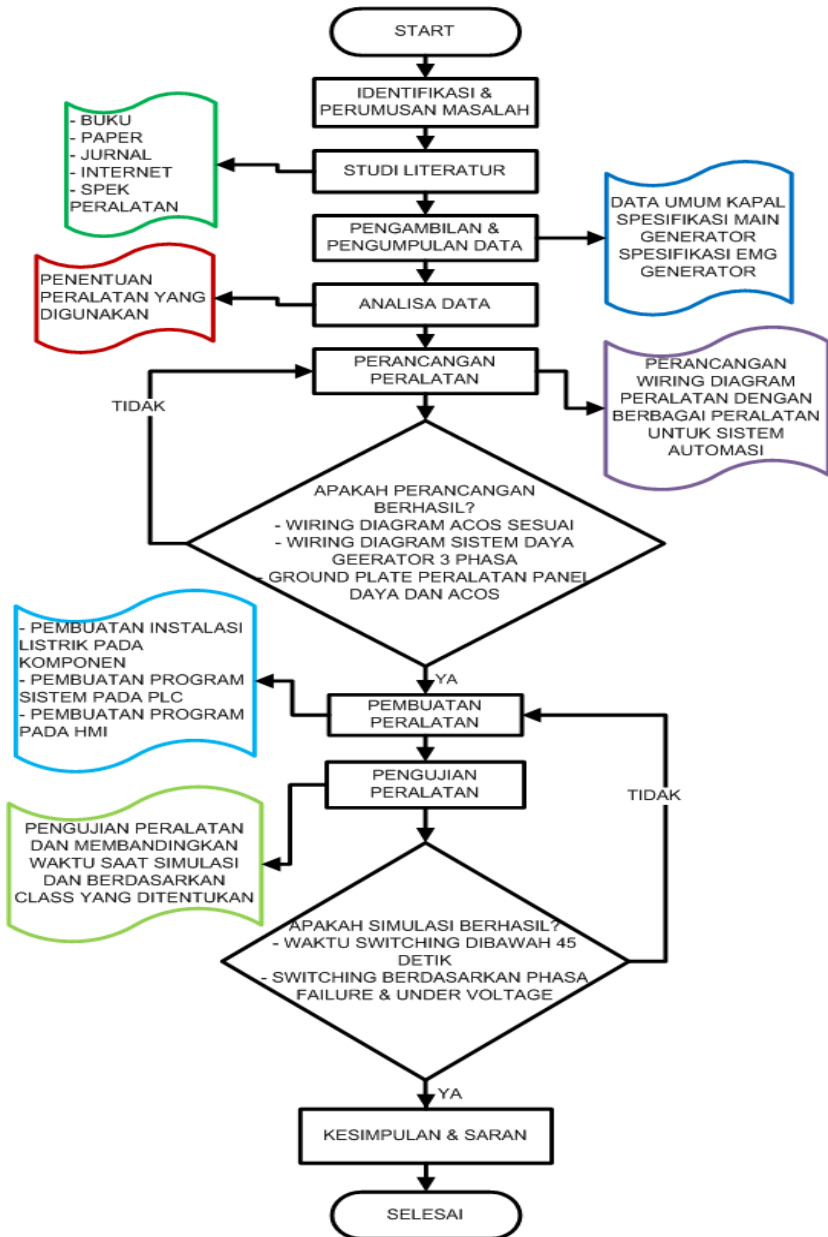
Pengujian peralatan dilakukan dengan mencocokkan perancangan alat yang dibuat dengan regulasi yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan juga bertujuan agar dapat mengetahui apakah peralatan dapat berjalan dengan baik sesuai dengan yang diinginkan atau tidak.

3.8. Kesimpulan dan Saran

Langkah terakhir dalam penyusunan skripsi ini adalah pembuatan kesimpulan dari keseluruhan proses yang telah dilakukan sebelumnya serta memberikan jawaban atas permasalahan yang ada. Setelah membuat kesimpulan adalah memberikan saran berdasarkan hasil analisa untuk dijadikan dasar pada penelitian

selanjutnya, baik terkait secara langsung pada skripsi ini ataupun data-data dan metodologi yang nantinya akan di referensi.

Proses skripsi ini dapat digambarkan dalam flowchart pada halaman berikutnya:



Gambar 3.1. Flowchat Pengerjaan Tugas Akhir

BAB IV

ANALISA DAN PEMBUATAN PERALATAN

4.1. Pembuatan Beban Listrik Darurat / Emergency

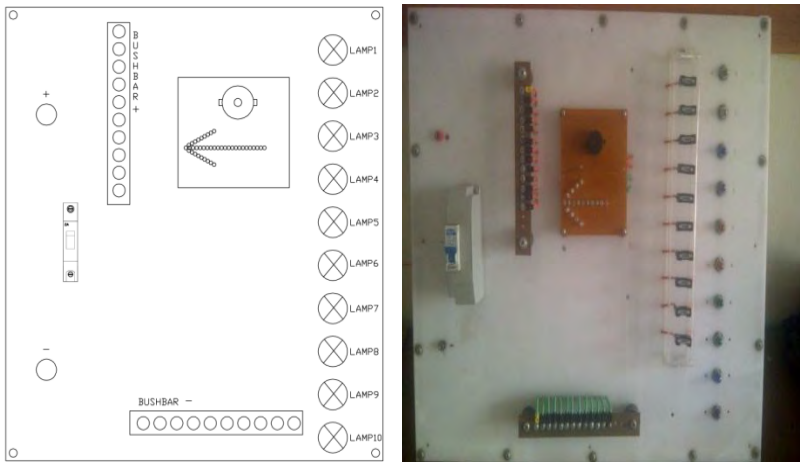
Berdasarkan peraturan SOLAS *chapter II-1 Construction-Structure, sub division and stability, machinery and electrical installation part. D rules 2* dan BKI Volume IV. *Rules for electrical installation section 14. Additional rule for Cargo ship*. Peralatan yang harus beroperasi pada keadaan darurat / *emergency* adalah:

- Lampu penerangan untuk daerah peluncuran sekoci, gangway, dan tangga pada deck akomodasi, pada kamar mesin dan engine control room, pada ruang main switch board dan emergency switch board, pada ruang steering gear, CO2 room, serta ruangan penyimpanan perlengkapan pemadam kebakaran.
- Lampu navigasi
- Radio komunikasi
- Sistem alarm dan deteksi kebakaran
- Sistem alarm dan informasi
- Peralatan navigasi
- Automatic sprinkle pump
- Sistem pintu kedap air

Peralatan yang dibuat merujuk pada aturan dari SOLAS dan peraturan pelayaran BKI. Peralatan ini dibuat dengan ukuran mini dengan menggunakan sistem ACOS (*Automatic Change Over Switch*). Peralatan ini menggunakan 10 buah lampu sebagai simulasi dari beban emergensi baterai. Peralatan ini menggunakan Lampu DC sebagai beban listrik darurat yang nantinya akan disuplai oleh baterai dengan kapasitas 12V, 7A.

Spesifikasi komponen peralatan emergensi yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 10 buah lampu dengan tegangan 12V, dan daya 5W
- MCB (*Miniature Circuit Breaker*) 10A
- Busbar 12x2 mm, 125A

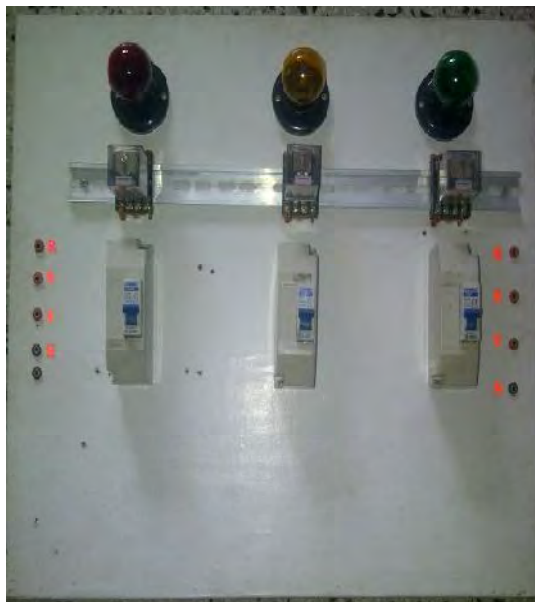
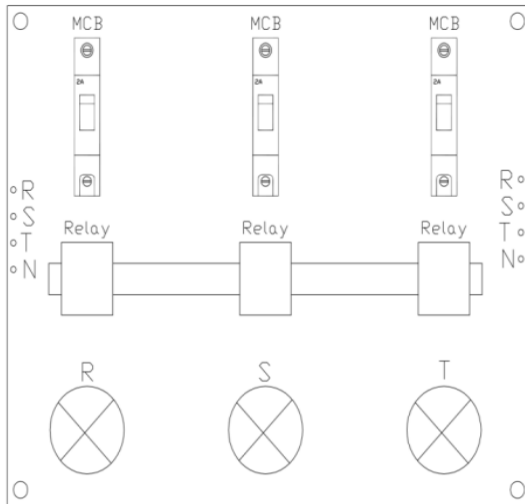


Gambar 4.1. Rancangan dan Pembuatan Peralatan Beban Listrik DC (*Hanung P.R. 2011*)

4.2. Pembuatan Panel Daya

Panel daya adalah panel penghasil sumber daya utama pada sebuah sistem rangkaian otomatisasi. Panel daya yang digunakan berfungsi sebagai penyalur daya listrik utama dari *main generator* yang nantinya masuk menuju panel ACOS. Pada panel daya ini terdapat komponen dan spesifikasi dari alat diantaranya:

- Generator 3 phase 600 W, 380V/50Hz
- MCB (*Miniature Circuit Breaker*) 10A
- Lampu Indikator Phasa 5W, 220V
- *Relay Connector* 1 phase 220V



Gambar 4.2. Rancangan dan Pembuatan Panel Daya
(Hanung P.R. 2011)

4.3. **Pembuatan Peralatan *Automatic Change Over Switch* (ACOS)**

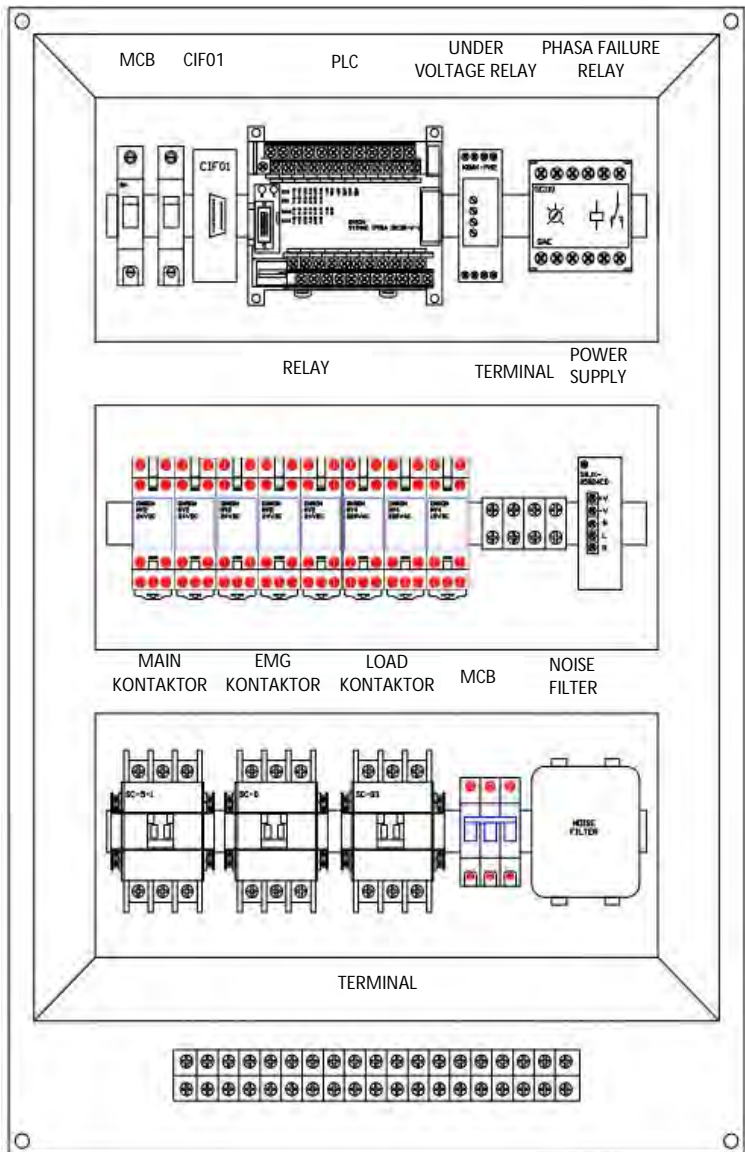
Automatic Change Over Switch (ACOS) adalah saklar yang menghubungkan sumber tenaga listrik dari sumber utama ke sumber cadangan. *Switch* dapat dilakukan secara manual ataupun otomatis. Sistem ACOS ini memiliki beberapa rangkaian sistem yang terdiri dari rangkaian daya dan rangkaian pengendali atau rangkaian control. Rangkaian daya bertujuan untuk memberikan atau menyalurkan suplai listrik dari *main generator*, baterai maupun *emergency generator* menuju beban listrik. Seluruh proses kendali dalam sistem ini terpusat pada PLC yang mendapat intruksi atau perintah baik dari HMI ataupun sensor pendeteksi tegangan dan *phasa failure*.

Peralatan yang digunakan dalam peralatan ACOS ini adalah sebagai berikut:

- MCB 1 Phasa (2A, 24A)
- PLC (Omron CPM1A CDR30-V-1)
- *Phasa Failure Relay* (380V, 3 phasa)
- Relay AC (220VAC, 10A)
- MCB 3 Phasa (6A)
- *Power Supply* (220VAC, 24VDC)
- Kontaktor AC (2.2, 2.7, 4KW)
- Relay DC (24VDC, 10A)
- *Noise Filter* (220VAC)
- *Over&Under Voltage Relay* (380V, 3 Phasa)

Langkah-langkah pembuatan peralatan *Automatic Change Over Switch* (ACOS) sebagai berikut:

4.3.1. Pembuatan *ground plate* peralatan ACOS

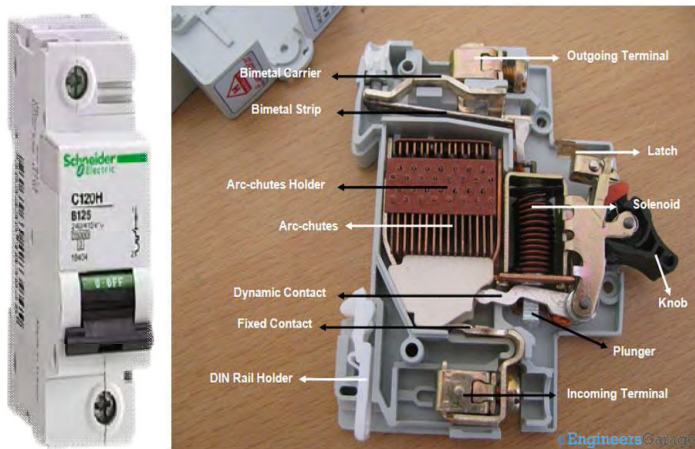


Gambar 4.3 Rancangan *Ground Plate* Peralatan

Pada peralatan ACOS terdapat beberapa komponen yang disusun dan memiliki spesifikasi dan fungsi yang berbeda-beda. Spesifikasi dan fungsi dari komponen tersebut adalah sebagai berikut:

4.3.1.1. *Miniature Circuit Breaker (MCB)*

Miniature Circuit Breaker adalah sebuah peralatan yang berfungsi sebagai pemutus hubungan listrik secara otomatis bilamana arus yang melewati melebihi kapasitas dari MCB. Prinsip kerja MCB adalah eletromagnetik maupun bimetal. Di mana apabila arus yang melewati lebih besar dari kapasitas, maka timbul panas sehingga terjadi pemuaian pada bimetal dan memutuskan sumber listrik dengan rangkaian. Kapasitas MCB yang digunakan adalah MCB 1 phasa 2A, 25A dan MCB 3 phasa 6A



Gambar 4.4. *Miniature Circuit Breaker (MCB)*

4.3.1.2. Programmable Logic Controller (PLC)

Programmable Logic Controller (PLC) yang digunakan pada peralatan ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

CPU Units

| Name | Power supply | Output method | Input points | Output points | Model |
|--------------|-----------------|---------------------------------|--------------|---------------|-------------------|
| 10-point I/O | AC power supply | Relay output | 6 points | 4 points | CPM1A-10CDR-A-V1 |
| | | Transistor output (sink type) | | | CPM1A-10CDT-A-V1 |
| | | Transistor output (source type) | | | CPM1A-10CDT1-A-V1 |
| | DC power supply | Relay output | | | CPM1A-10CDR-D-V1 |
| | | Transistor output (sink type) | | | CPM1A-10CDT-D-V1 |
| | | Transistor output (source type) | | | CPM1A-10CDT1-D-V1 |
| 20-point I/O | AC power supply | Relay output | 12 points | 8 points | CPM1A-20CDR-A-V1 |
| | | Transistor output (sink type) | | | CPM1A-20CDT-A-V1 |
| | | Transistor output (source type) | | | CPM1A-20CDT1-A-V1 |
| | DC power supply | Relay output | | | CPM1A-20CDR-D-V1 |
| | | Transistor output (sink type) | | | CPM1A-20CDT-D-V1 |
| | | Transistor output (source type) | | | CPM1A-20CDT1-D-V1 |
| 30-point I/O | AC power supply | Relay output | 18 points | 12 points | CPM1A-30CDR-A-V1 |
| | | Transistor output (sink type) | | | CPM1A-30CDT-A-V1 |
| | | Transistor output (source type) | | | CPM1A-30CDT1-A-V1 |
| | DC power supply | Relay output | | | CPM1A-30CDR-D-V1 |
| | | Transistor output (sink type) | | | CPM1A-30CDT-D-V1 |
| | | Transistor output (source type) | | | CPM1A-30CDT1-D-V1 |
| 40-point I/O | AC power supply | Relay output | 24 points | 16 points | CPM1A-40CDR-A-V1 |
| | | Transistor output (sink type) | | | CPM1A-40CDT-A-V1 |
| | | Transistor output (source type) | | | CPM1A-40CDT1-A-V1 |
| | DC power supply | Relay output | | | CPM1A-40CDR-D-V1 |
| | | Transistor output (sink type) | | | CPM1A-40CDT-D-V1 |
| | | Transistor output (source type) | | | CPM1A-40CDT1-D-V1 |

Tabel 4.1. Spesifikasi PLC Omron CPM1A

Keunggulan PLC ini adalah memiliki 18 inputan dan 12 outputan. Di mana untuk sistem ACOS yang dibuat dapat digunakan input dan output yang cocok dengan PLC CPM1A. PLC CPM1A ini juga memiliki fitur yang dapat digunakan untuk

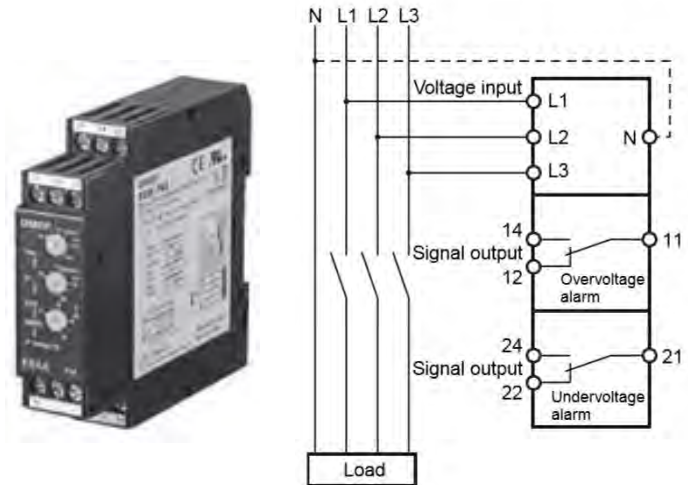
menghubungkan PLC dengan HMI. Jenis output untuk PLC CPM1A ini juga berjenis relay yang relative lebih murah.



Gambar 4.5. Programmable Logic Controller (PLC)

4.3.1.3. *Under Voltage and Over Voltage Relay*

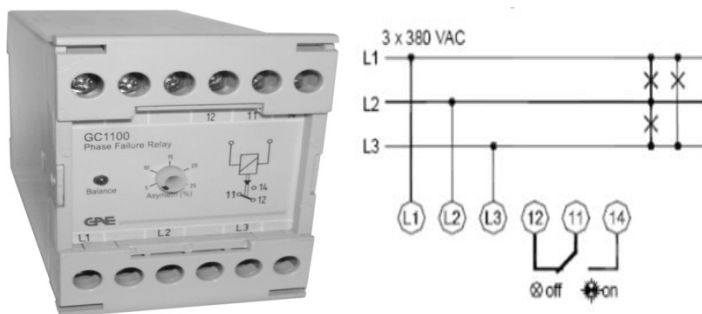
Under Voltage and Over Voltage Relay adalah relay yang berfungsi berdasarkan prinsip tegangan berlebihan atau tegangan yang kurang dari yang seharusnya. *Under voltage relay* ini berfungsi ketika tegangan yang masuk pada rangkaian di bawah nilai minimum tegangan yang digunakan. Sebaliknya *over voltage relay* berfungsi ketika tegangan yang masuk pada rangkaian melebihi nilai maksimum dari tegangan yang digunakan.



Gambar 4.6. Konfigurasi *Under Voltage and Over Voltage Relay*

4.3.1.4. *Phasa Failure Relay*

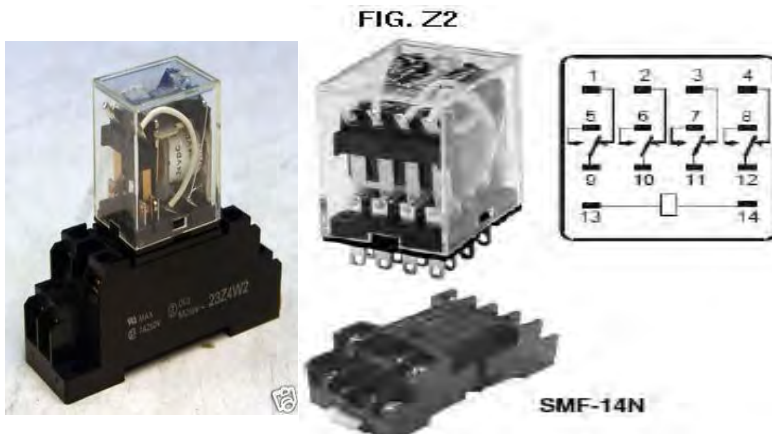
Phasa Failure Relay adalah relay yang berfungsi apabila salah satu fasa dari ketiga fasa yaitu fasa R, S, dan T hilang. Ketika salah satu fasa tersebut hilang maka relay akan segera aktif dan memberikan sinyal berupa perubahan posisi dari kontak bantu relay tersebut.



Gambar 4.7. Konfigurasi *Phasa Failure*

4.3.1.5. Relay

Relay adalah suatu alat yang menggunakan elektromagnetik untuk mengoperasikan kontak saklar yang ada pada relay tersebut. Relay terdiri dari kumparan kawat penghantar yang dililit dalam inti besi. Bila kumparan ini diberi sumber tegangan maka akan timbul medan magnet yang menarik armature berporos yang digunakan sebagai pegungkit mekanisme saklar pada relay. Relay yang digunakan adalah relay AC 220V, relay DC 24V dan relay DC 12V.



Gambar 4.8. Konfigurasi Relay

Relay 220VAC yang digunakan memiliki 8 kontak bantu. Di mana kontak bantu tersebut ada 4 jenis kontak NO (*Normally Open*) dan 4 jenis kontak NC (*Normally Close*). Sedangkan untuk relay 24VDC memiliki 4 kontak bantu yakni 2 kontak bantu NC dan 2 kontak bantu NO. yang digunakan untuk mengontrol sistem kerja dari kontaktor.

4.3.1.6. *Power Supply*

Power supply adalah peralatan listrik yang digunakan sebagai sumber tegangan untuk peralatan dalam sebuah rangkaian atau sirkuit. Peralatan yang digunakan membutuhkan sumber tegangan agar bisa beroperasi ataupun aktif. Dalam peralatan yang dibuat, sumber listrik yang dibutuhkan adalah sumber listrik AC dan DC. Sehingga *power supply* yang digunakan adalah *power supply* dengan inputan 220VAC dan keluaran 24VDC.



Gambar 4.9. *Power Supply*

4.3.1.7. Kontaktor

Kontaktor sering disebut sebagai saklar otomatis. Fungsi dari kontaktor adalah sebagai saklar penghubung atau pemutus sumber listrik terhadap bebannya. Prinsip kerjanya adalah elektromagnetik. Di mana kumparan maupun koil dari kontaktor diberikan tegangan, maka akan timbul medan magnet yang akan menarik inti besi kontak dari kontaktor itu sehingga kontak utama maupun kontak bantu dari kontaktor dapat terhubung dan mengalirkan arus listrik kepada peralatan. Dalam perancangan ACOS ini menggunakan kontaktor coil 1 fasa dengan daya yang dapat ditampung sebesar 4kW, 2.7kW dan 2.2Kw.



Gambar 4.10. Kontaktor

4.3.1.8. *Noise Filter*

Noise filter adalah komponen listrik yang berfungsi sebagai penyerap induksi listrik yang terjadi pada rangkaian. Dalam peralatan yang dibuat, fungsinya dari *noise filter* adalah untuk menyerap induksi listrik dari kontaktor ataupun relay sehingga peralatan control seperti PLC dapat terhindar dari listrik induksi yang dapat merusak pembacaan serta penerimaan data dari PLC.



Gambar 4.11. *Noise Filter*

4.3.1.9. Terminal Listrik

Terminal listrik adalah peralatan yang berfungsi sebagai penghubung dan pemutus rangkaian listrik dengan sumber maupun Fungsi terminal adalah membagi arus menjadi beberapa jalur (kanal). Ini diterapkan karena mengingat bila suatu saat ada kerusakan tidak akan terjadi kesulitan dalam perbaikan atau bahkan menimbulkan bunga api karena banyaknya jalur yang dipakai. Besarnya ampere yang dapat di bebani dalam terminal ini adalah 10A.



Gambar 4.12. Terminal Listrik

4.3.1.10. Voltage Meter

Voltage meter adalah peralatan yang digunakan untuk mengukur besarnya beda potensial pada suatu sumber listrik. Peralatana yang dibuat menggunakan *volatage meter* yang erfungsi untuk mengukur tegangan dari *main generator* maupun *emergency generator*. Beda potensial yang diukur untuk rangkaian ACOS ini sebesar 380V dimana beda potensial terhadap masing-masing fasa.



Gambar .4.13. *Voltage Meter*

4.3.1.11. Lampu Indikator

Lampu indicator adalah lampu listrik yang berfungsi member indikasi nyala dan mati. Indikasi nyala menyatakan bahwa peralatan tersebut berfungsi sedangkan indikasi mati menyatakan bahwa peralatan tersebut mati. Dalam peralatan yang dibuat, lampu sebagai indikator bahwa fasa yang masuk dalam peralatan itu berfungsi ataupun on. Jenis lampu yang digunakan adalah lampu AC karena beban yang digunakan adalah beban dengan listrik AC dan spesifikasi lampu menggunakan tegangan 220V



Gambar 4.14. Lampu LED Panel

4.3.1.12. *Human Machine Interface (HMI)*

Human Machine Interface (HMI) yang digunakan adalah HMI dengan type Weintek MT6070iP. HMI ini memiliki beberapa fitur yang membantu dalam sistem *monitoring* pemindahan *main generator* menuju baterai maupun *emergency generator*. Fitur ini adalah fitur pergantian screen, fitur untuk penyimpanan data alarm. Spesifikasi dari HMI menggunakan tegangan kerja 24VDC serta proses upload download program menggunakan kabel mini USB 2.0 dan kabel komunikasi menggunakan RS232.



Gambar 4.15. *Human Machine Interface*

Keterangan Gambar 4.15 adalah sebagai berikut:

- 1 = Connector Sumber listrik 24VDC
- 2 = Komunikasi RS232
- 3 = Komunikasi Upload/download USB 2.0

4.3.1.13. *Emergency Push Button*

Emergency push button adalah sebuah tombol yang berfungsi sebagai pemutus atau menghentikan sebuah peristiwa atau sequensial dari peralatan saat berfungsi atau ON. Ketika sebuah peralatan ON dan berjalan sesuai dengan yang diinginkan namun terjadi kesalahan dan ingin mematikan secara spontan, maka dapat menekan tombol emergensi yang akan menghentikan proses kerja peralatan secara langsung. Kuat arus yang dapat dilalui oleh *emergency push button* ini adalah sebesar 6A

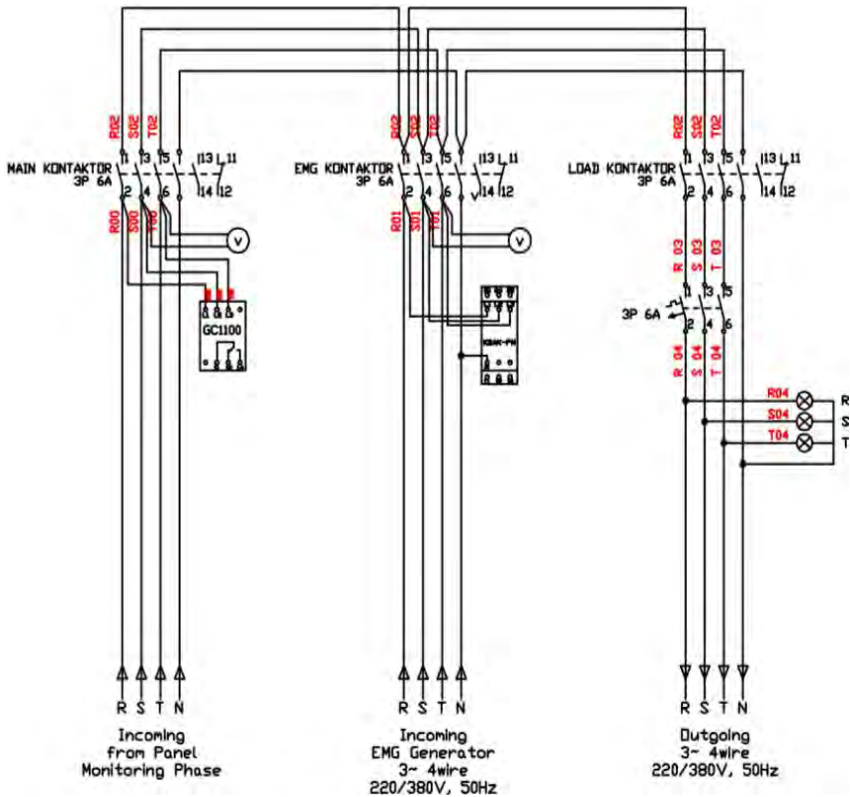


Gambar 4.16. *Emergency Push Button*

4.3.2. **Pembuatan Rangkaian Sistem ACOS**

4.3.2.1. Rangkaian Daya

Rangkaian daya pada peralatan ini berfungsi sebagai penghubung atau penyalur sistem daya dari *main generator* kepada beban maupun *emergency generator* kepada beban.



Gambar 4.17. Wiring Diagram Daya Sistem ACOS

4.3.2.2. Rangkaian *Input* dan *Output*

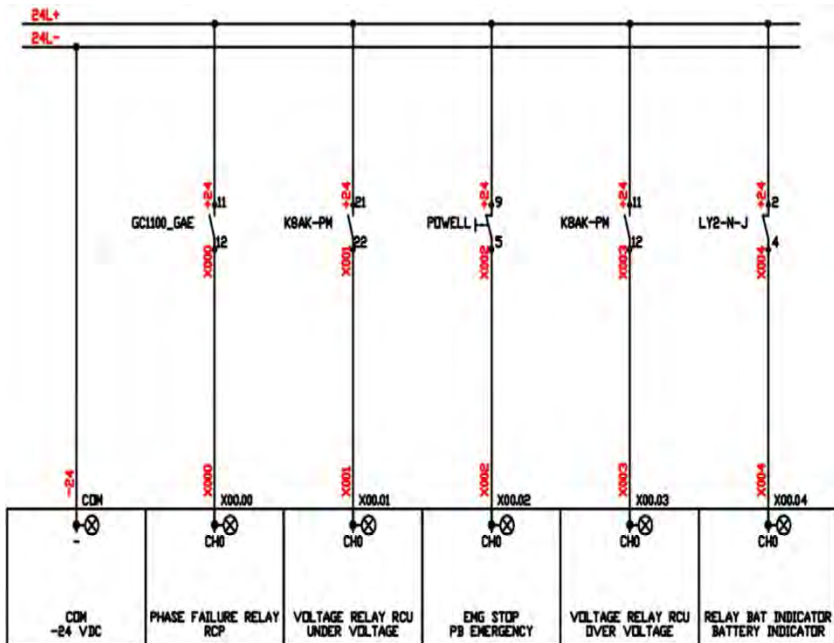
Rangkaian *input* dan *output* pada peralatan digunakan sebagai sinyal untuk pengambil keputusan kepada PLC untuk menjalankan sebuah perintah. *Input* bertugas sebagai indikasi untuk *main generator*, dan *emergency generator* sedangkan *output* bertugas sebagai pelaksana tugas dari kerja program PLC kepada beban. *Input* yang digunakan pada peralatan ini sebanyak 5 buah, dan *output* sebanyak 5 buah. Berikut adalah tabel *input* dan *output* PLC:

| No | Address | Input Description |
|----|---------|---|
| 1 | 0.00 | RCP main generator |
| 2 | 0.01 | RCU emergency generator (under voltage) |
| 3 | 0.02 | Push button emergency |
| 4 | 0.03 | RCU emergency generator (over voltage) |
| 5 | 0.04 | Relay indicator battery |

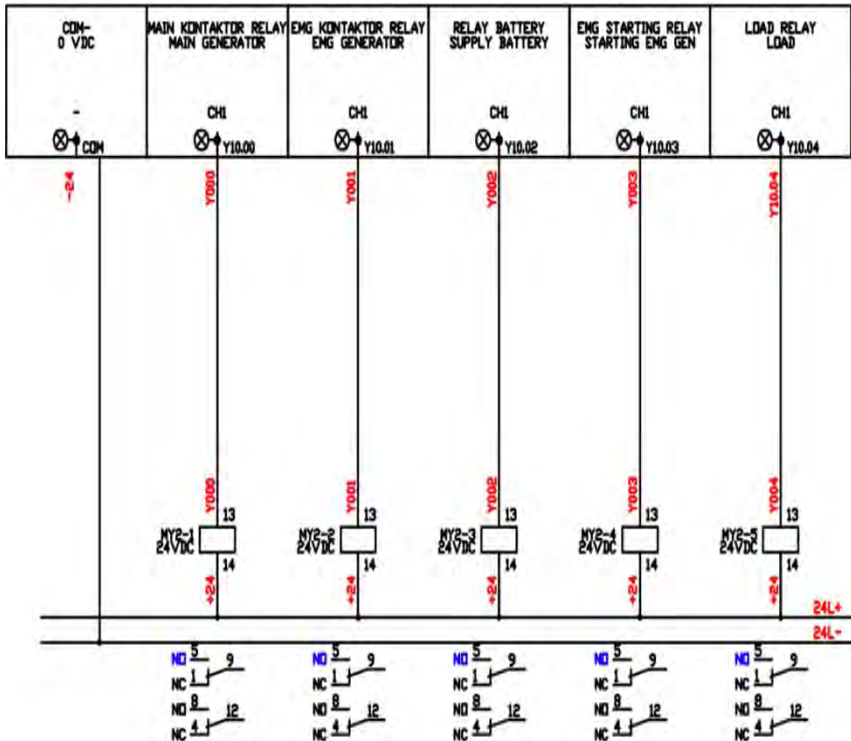
Tabel 4.2. *Input PLC*

| No | Address | Output Description |
|----|---------|------------------------------------|
| 1 | 10.00 | Kontaktor main generator |
| 2 | 10.01 | Kontaktor emergency generator |
| 3 | 10.02 | Relay Battery Supply |
| 4 | 10.03 | Relay Emergency generator starting |
| 5 | 10.04 | Kontaktor Load |

Tabel 4.3. *Output PLC*



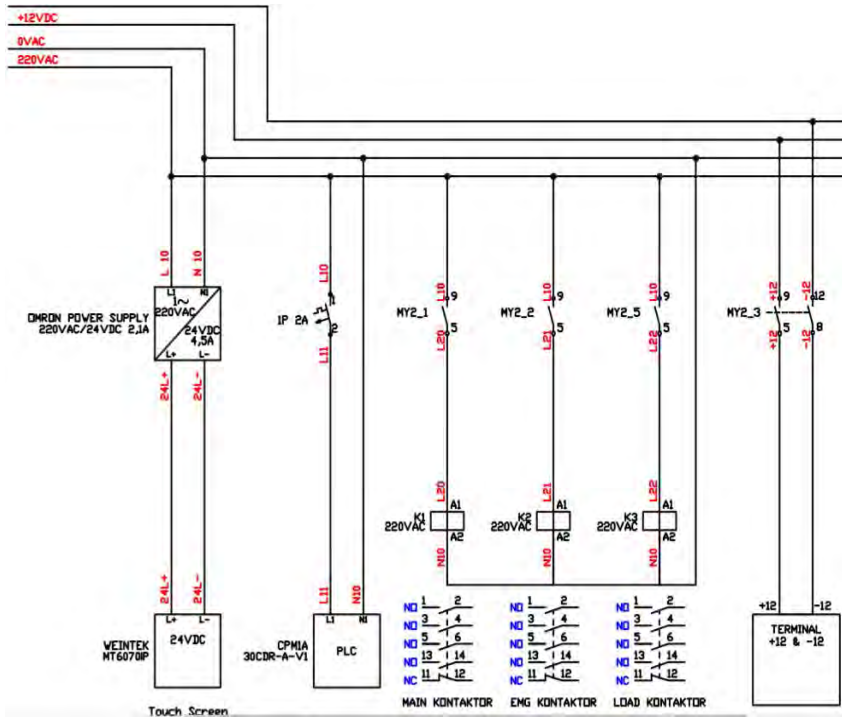
Gambar 4.18. Wiring Diagram *Input PLC*



Gambar 4.19. Wiring Diagram Output PLC

4.3.2.3. Rangkaian Power Supply

Rangkaian *power supply* digunakan untuk memberikan daya atau suplai listrik kepada peralatan. Suplai listrik yang digunakan adalah suplai listrik AC dan DC. Suplai listrik AC digunakan untuk menjalankan PLC, kontaktor dan relay AC. Sedangkan suplai listrik DC untuk menjalankan peralatan seperti relay DC dan HMI. Tegangan untuk listrik AC yang digunakan adalah sebesar 220VAC sedangkan tegangan untuk listrik DC yang digunakan adalah sebesar 24VDC. Untuk peralatan listrik DC, tegangan yang digunakan adalah sebesar 12VDC.



Gambar 4.20. Wiring Diagram *Power Supply*

4.3.3 Pembuatan Peralatan Sistem

Setelah dipastikan bahwa rangkaian telah selesai maka dilakukan pembuatan peralatan sesuai dengan rancangan *ground plate* dan wiring system yang telah dibuat. Pembuatan diawali dengan pemasangan komponen diatas papan acrylic sebagai dudukan peralatan. Ukuran panjang dan lebar untuk papan acrylic yang digunakan adalah 65cm x 40cm dengan tebal 6mm. Jenis acrylic yang digunakan adalah acrylic bening atau polos.



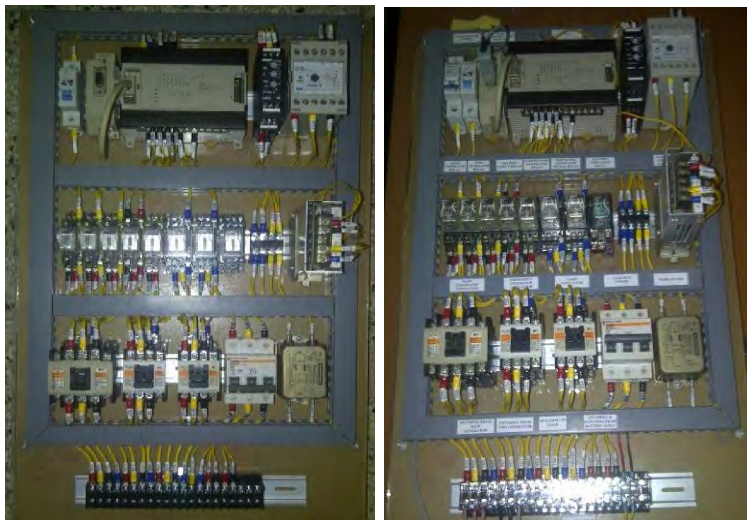
Gambar 4.21. Pembuatan Ukuran Jarak Komponen Dan Pemasangan Terminal Papan Acrylic



Gambar 4.22. Pemasangan Kabel *Duct* dan Peletakkan peralatan



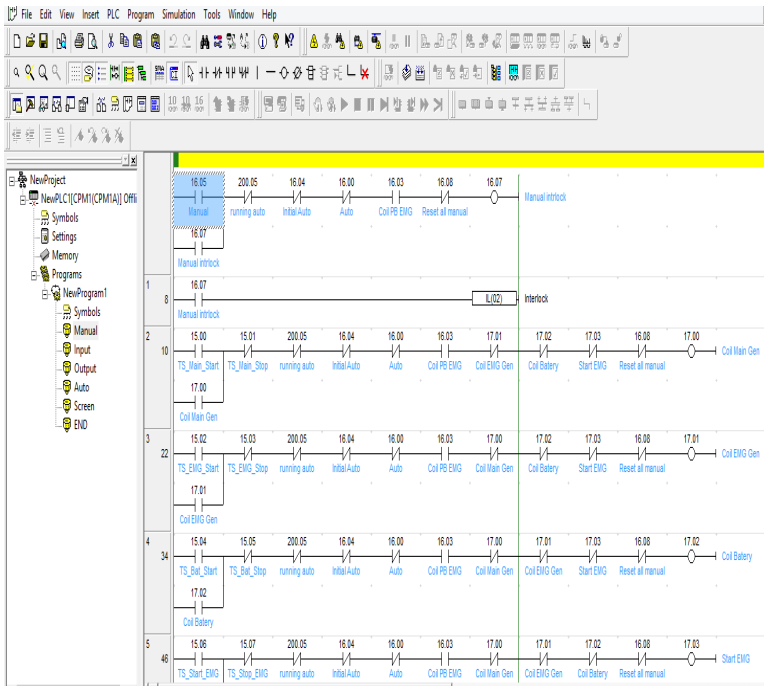
Gambar 4.23. Pembuatan Wiring Pada Komponen Peralatan



Gambar 4.24. Pembuatan *Labeling* Pada Kabel Dan Pemasangan *Labeling* Pada Kabel *Duct*

4.4. Pembuatan Program Sistem *Automatic Change Over Switch* (ACOS)

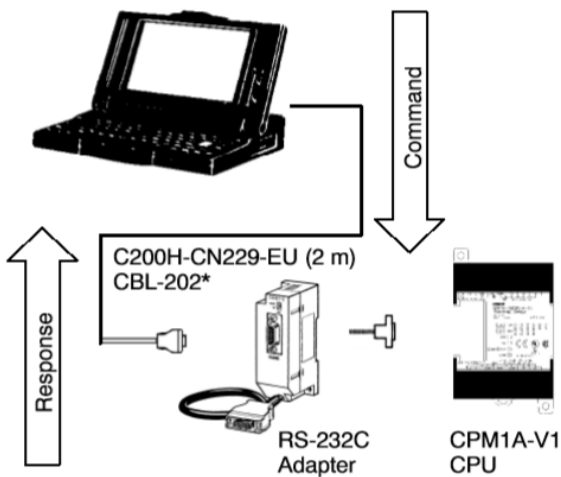
Pembuatan ACOS menggunakan control sistem yang berbasis PLC. Di mana sistem kerja ACOS berdasarkan perintah *input* dan *ouput* kepada PLC. Sehingga agar peralatan ACOS dapat berfungsi maka perlu dilakukan perancangan program. Perancangan program dilakukan dengan membuat program pada PLC menggunakan *software CX. Programmer 9.4*. Program ini berisi ladder diagram dan intruksi yang terintegrasi satu dengan yang lainnya, sehingga program yang dirancang dapat berjalan sesuai sistem yang diinginkan.



Gambar 4.25. Program ACOS Menggunakan CX.
Designer 4.9



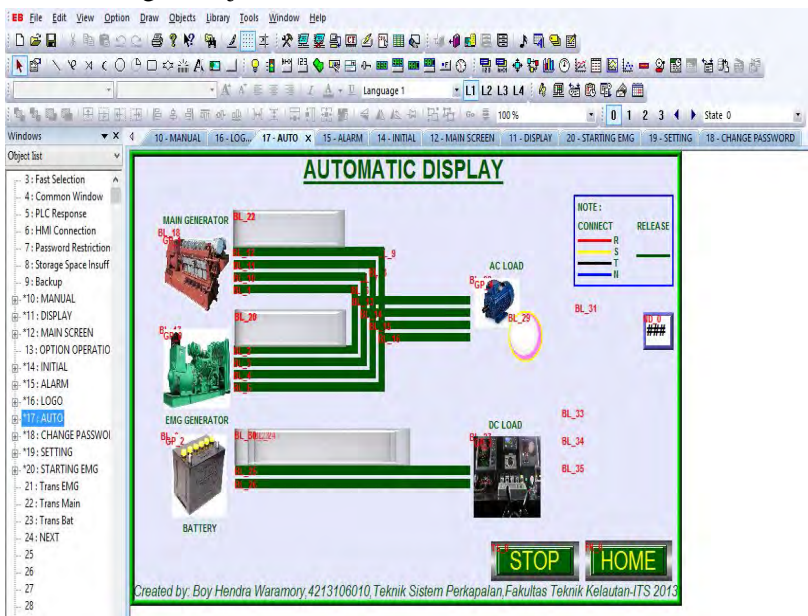
Gambar 4.26. Proses Pembuatan Program Sistem ACOS Pada Peralatan



Gambar 4.27. Konfigurasi Koneksi Untuk Proses Upload
Download Program PLC-PC
(Mikro Programmable Controller CPM1A)

4.5. Pembuatan Program Monitoring HMI

Pembuatan sistem *monitoring Automatic Change Over Switch (ACOS)* menggunakan program *Easy Builder 8000 V4.65.08*. Program ini berfungsi untuk memonitoring sistem dari pertukaran *main generator* menuju baterai dan *emergency generator*. *Monitoring* dapat dilakukan di ruang navigasi, serta dapat mengoperasikan sistem secara langsung tanpa harus turun ke ruang *emergency generator*. Dalam program *monitoring* terdapat beberapa *screen* atau *display* untuk beberapa proses. proses-proses yang dimaksud adalah proses monitoring untuk sistem otomatis ataupun proses manual, proses pengisian waktu delay serta *display* untuk melihat proses apa yang sedang bekerja saat itu.



Gambar 4.28. Program Monitoring sistem ACOS Menggunakan *Easy Builder 8000 V4.65.08*



Gambar 4.29. Proses Pembuatan Program *Monitoring* Menggunakan *Easy Builder 8000*



Gambar 4.30. Konfigurasi HMI Weintek
(*EasyBuilder8000 User Manual*)

4.6. Pengujian Peralatan

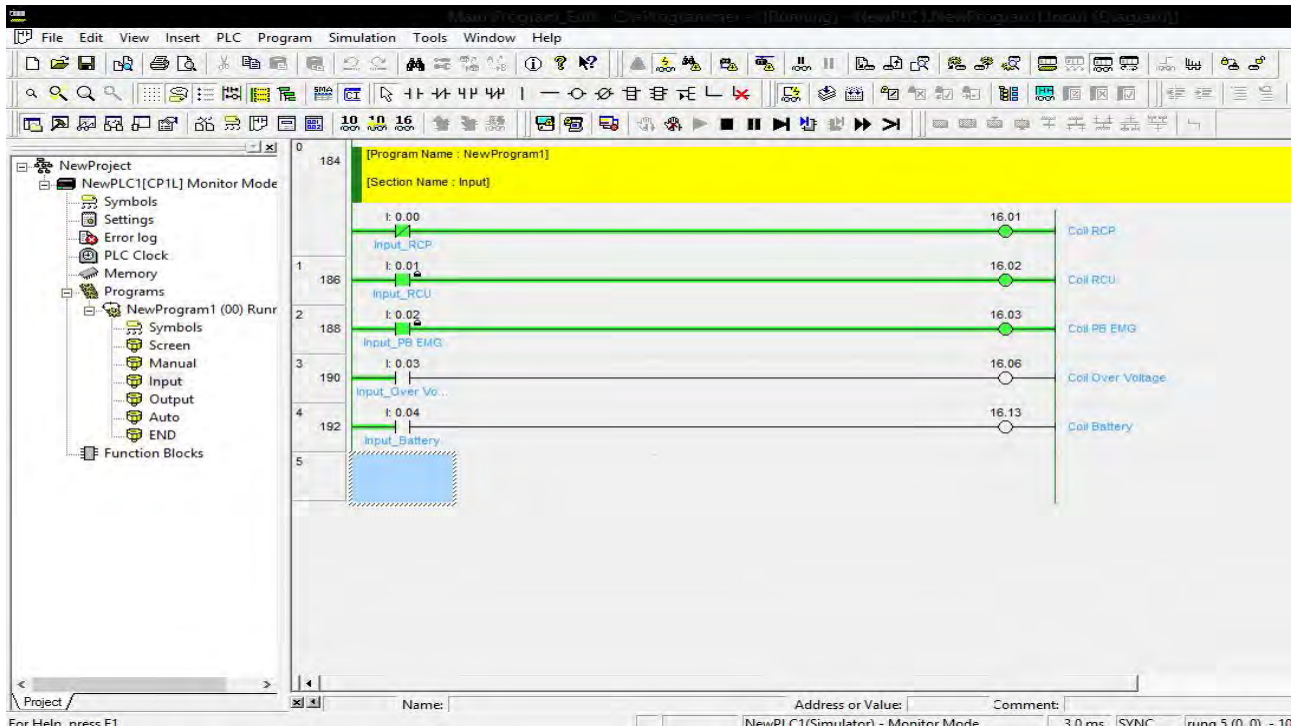
Pengujian peralatan dilakukan agar mengetahui fungsi dan sistem kerja dari peralatan yang telah dibuat. Pengujian peralatan ini dibagi menjadi beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut adalah pengujian terhadap program PLC serta HMI dan pengujian terhadap peralatan secara keseluruhan.

4.6.1. Pengujian Program PLC

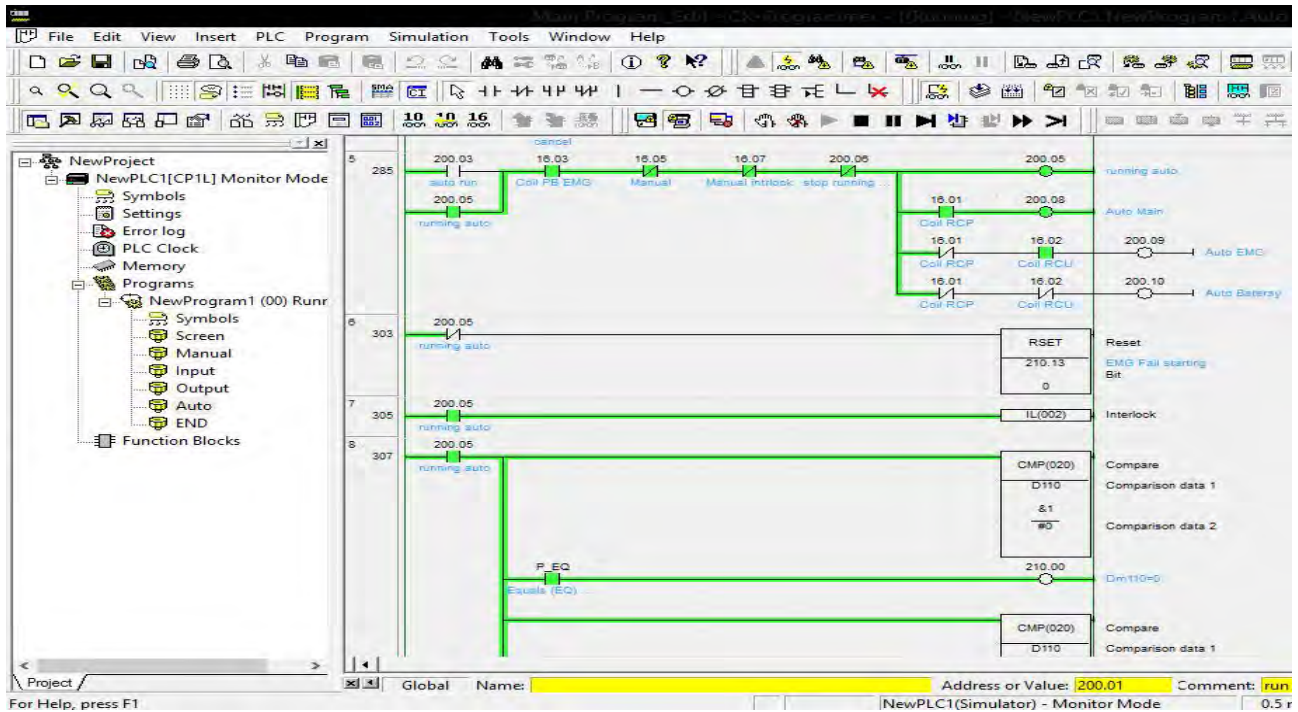
Setelah pembuatan program pada PLC menggunakan *software* Omron CX Designer 9.4, kemudian dilakukan simulasi dan pengujian terhadap program yang ada pada peralatan. Hal ini bertujuan agar menguji apakah program sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian dilakukan dengan memberikan signal *input* dan *output* berupa tegangan.



Gambar 4.31. Pengujian Program Yang Ada pada PLC



Gambar 4.32. Proses Pemberian Sinyal *Input* Pada Program PLC



Gambar 4.33. Proses Kerja Program PLC yang Telah diberi Sinyal

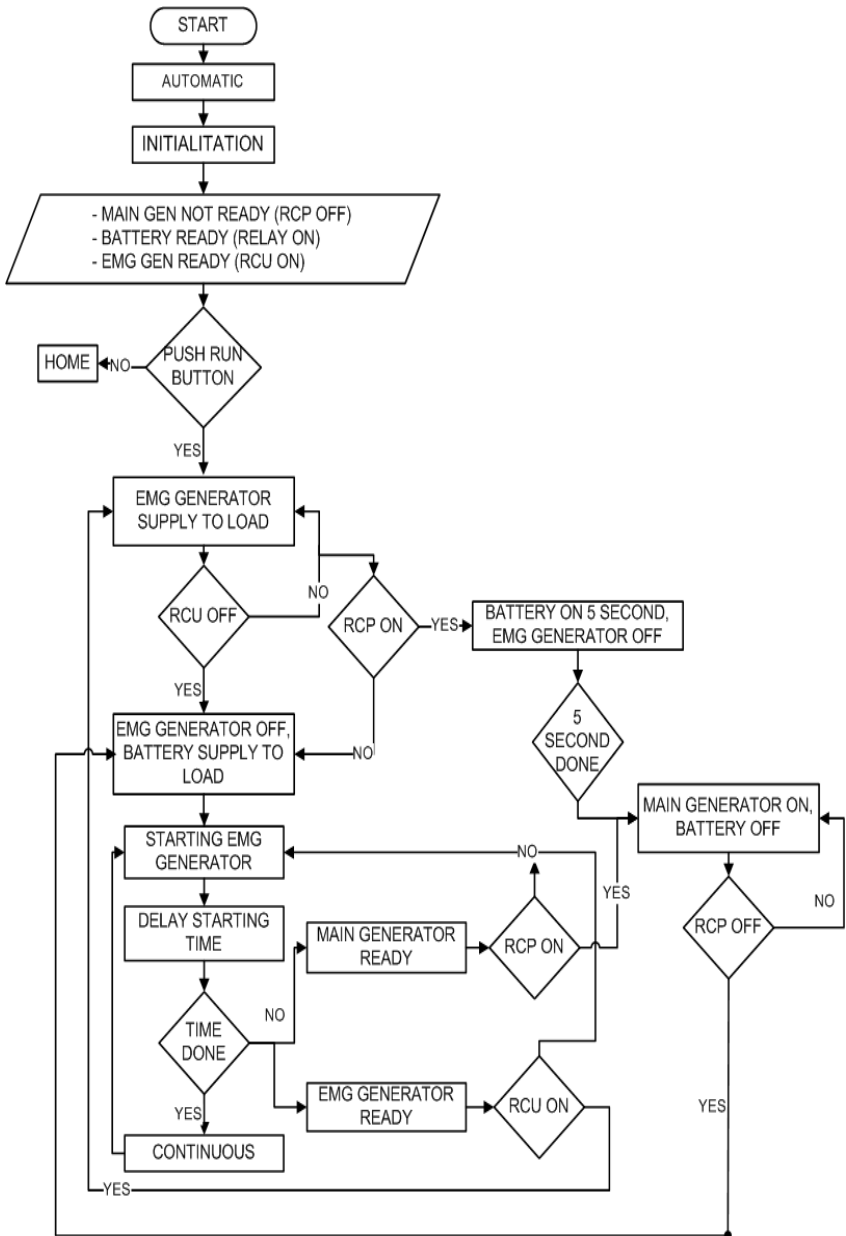
Berikut ini adalah flowchart kerja dari program yang telah dibuat:

- **Kondisi A.** *Main generator ready, Battery ready, Emergency generator ready*

Kondisi ketika proses inisialisasi, suplai listrik yang siap adalah *main generator*, baterai dan *emergency generator*. Ketika tombol RUN pada HMI ditekan, maka akan memerintahkan PLC untuk memproses perintah *main generator* memberikan suplai listrik kepada beban. Setelah itu ketika RCP off (indikasi bahwa *main generator* kehilangan salah satu fasa) maka *main generator* akan mati dan berpindah ke suplai baterai. Baterai akan menyuplai selama 5 detik menunggu peralatan yang disuplai oleh listrik dari *main generator* benar-benar mati lalu akan berpindah ke *emergency generator*. *Emergency generator* akan menyuplai listrik kepada peralatan listrik kapal berupa peralatan navigasi, peralatan penerangan, dan penerangan *emergency* lainnya. Ketika PLC mendeteksi bahwa RCP on (indikasi *main generator* sudah normal dan siap menyuplai) maka *emergency generator* akan mati dan disuplai oleh baterai selama 5 detik untuk mematikan peralatan yang disuplai *emergency generator*. Setelah 5 detik, maka akan berpindah ke suplai *main generator*.

- **Kondisi B.** *Main generator Not Ready, Battery ready, Emergency generator ready*

Kondisi di mana ketika proses inialisasi, suplai listrik yang siap adalah *emergency generator* dan baterai. Ketika tombol RUN pada HMI ditekan, maka akan memerintahkan PLC untuk memproses perintah *emergency generator* memberikan suplai listrik kepada beban. Setelah itu ketika RCU off (indikasi bahwa *emergency generator* kehilangan salah satu fasa atau mati) maka *emergency generator* akan mati dan berpindah ke suplai baterai. Setelah itu RCP on (indikasi bahwa suplai *main generator* siap) maka PLC akan memerintahkan untuk memindahkan suplai listrik kepada *main generator*. Tetapi jika RCP belum on, maka PLC akan memberikan sinyal kepada *emergency generator* untuk melakukan *starting*. *Starting* diberikan waktu selama 20 detik, jika dalam waktu 20 detik *emergency generator* belum on, maka akan muncul perintah untuk menyalakan *emergency generator* secara manual. Setelah menyalakan *emergency generator* secara manual, maka RCU on kembali (indikasi bahwa suplai *emergency generator* siap) dan menekan tombol “*continuous*” pada HMI. Ketika tombol “*continuous*” ditekan maka suplai listrik akan berpindah menuju *emergency generator*.



Gambar 4.35. Flowchart Kerja Program Kondisi B

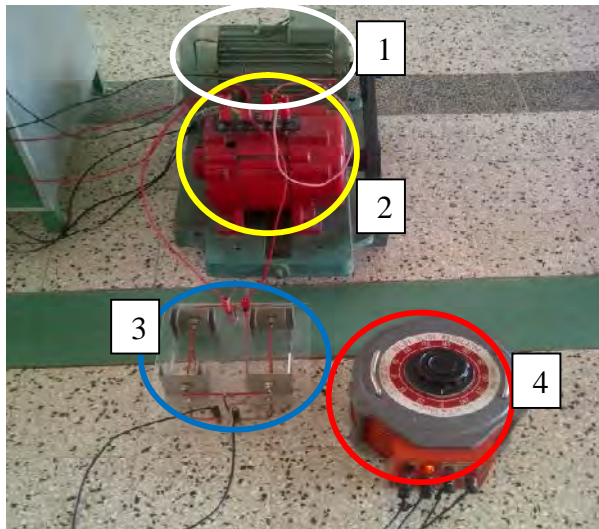
- **Kondisi C**, Battery ready, *Main generator not ready*, *Emergency generator not ready*

Kondisi ini adalah kondisi di mana suplai listrik yang siap adalah baterai. Ketika tombol RUN pada HMI ditekan, maka PLC akan memerintahkan baterai untuk menyuplai listrik kepada beban DC. Saat baterai sedang menyuplai listrik, maka secara langsung PLC juga mengirim sinyal menuju *emergency generator* untuk melakukan *starting*. *Starting* dilakukan selama kurun waktu 20 detik, ketika sebelum 20 detik berakhir dan *emergency generator* sudah siap (RCU on) maka PLC akan memindahkan suplai listrik dari baterai menuju *emergency generator*. Tetapi ketika baterai masih menyuplai listrik kepada beban DC dan RCP on (indikasi bahwa *main generator* siap) maka PLC akan memindahkan suplai listrik menuju *main generator*. Ketika *main generator* mengalami masalah atau kehilangan salah satu phasanya (RCP off) maka suplai listrik akan secara langsung berpindah kepada baterai. Begitu pula dengan *emergency generator*, ketika RCU off (*emergency generator* kehilangan phasa) maka suplai listrik akan secara langsung menuju baterai.

4.6.2. Pengujian Peralatan Keseluruhan (*Trial*)

Pengujian peralatan keseluruhan ini adalah proses yang dilakukan untuk melihat kinerja peralatan dan sistem secara keseluruhan. Pengujian ini menggunakan 2 jenis generator yaitu *main generator* dan *emergency generator*. Generator yang digunakan adalah generator yang ada pada laboratorium. Spesifikasi dari generator-generator yang digunakan adalah sebagai berikut:

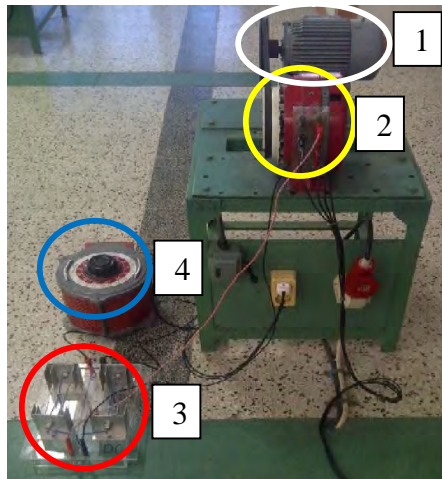
- *Main Generator*



Gambar 4.37. *Main Generator* di Laboratorium

- 1 = Motor 3 fasa 3kW, 380V sebagai *Prime Mover* generator 3 fasa
- 2 = Generator 3 fasa 4kW, 380V sebagai penghasil sumber listrik utama 380V
- 3 = *Rectifier* sebagai penyearah arus AC ke DC
- 4 = *Regulator* sebagai pengatur tegangan yang menuju *rectifier* untuk arus eksitasi generator

- *Emergency generator*



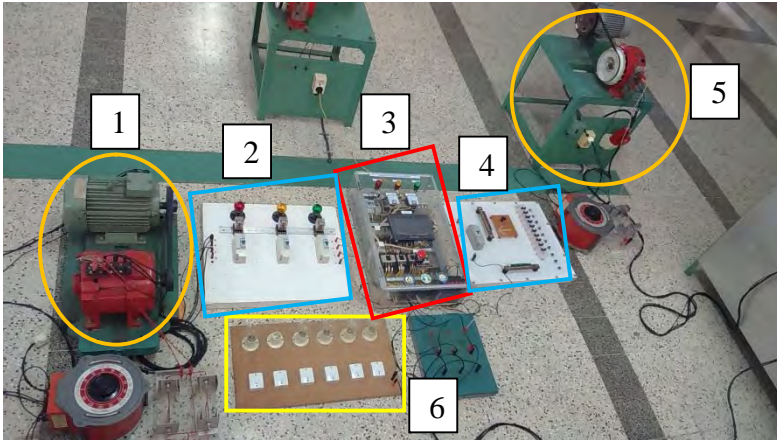
Gambar 4.38. *Emergency Generator* di Laboratorium

- 1 = Motor 3 fasa 2.2W, 380V sebagai *Prime Mover* generator 3 fasa
- 2 = Generator 3 fasa 600W, 380V sebagai penghasil sumber listrik cadangan 380V
- 3 = *Rectifier* sebagai penyearah arus AC ke DC
- 4 = *Regulator* sebagai pengatur tegangan yang menuju *rectifier* untuk arus eksitasi generator

- Baterai



Gambar 4.39. Suplai listrik (baterai) DC 12V



Gambar 4.40. Rangkaian Keseluruhan Sistem ACOS

Keterangan gambar 4.40 adalah sebagai berikut:

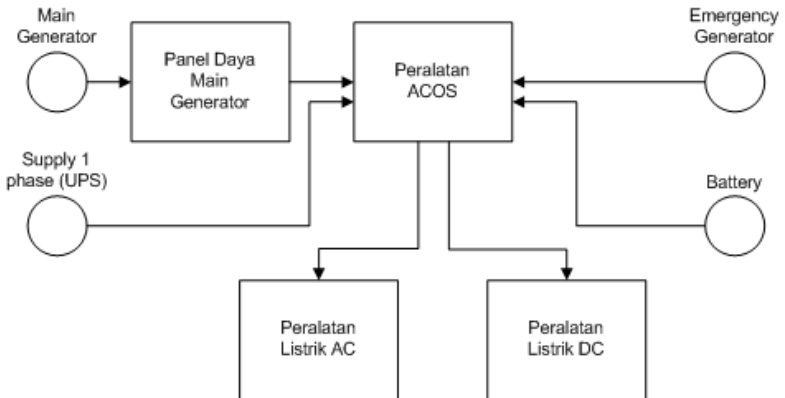
- 1 = *Main Generator* sebagai suplai listrik utama
- 2 = Panel Daya sebagai indikator phasa dari *main generator*
- 3 = Peralatan ACOS sebagai alat *switching* daya listrik utama menuju daya listrik emergensi
- 4 = Panel peralatan DC sebagai beban yang menggunakan listrik DC seperti peralatan navigasi dan *monitoring*
- 5 = *Emergency Generator* sebagai suplai listrik emergensi
- 6 = Panel lampu atau beban yang menggunakan listrik AC

4.6.3. ***Standard Operating Procedure (SOP)***

Standard Operating Procedure (SOP) adalah suatu set instruksi (perintah kerja) terperinci dan tertulis yang harus diikuti demi mencapai suatu hasil pekerjaan yang diinginkan. Dalam proses pengujian peralatan

ACOS ini ada beberapa tahapan ataupun intruksi yang harus dilakukan antara lain sebagai berikut:

a. Merangkai peralatan sesuai gambar diagram



Gambar 4.41. Skema Diagram Sistem ACOS Keseluruhan

b. Menyalakan semua MCB pada posisi ON

- MCB pada panel daya main generator
- MCB pada peralatan ACOS
- MCB pada peralatan listrik DC

c. Menyalakan *main generator* sebagai suplai listrik utama

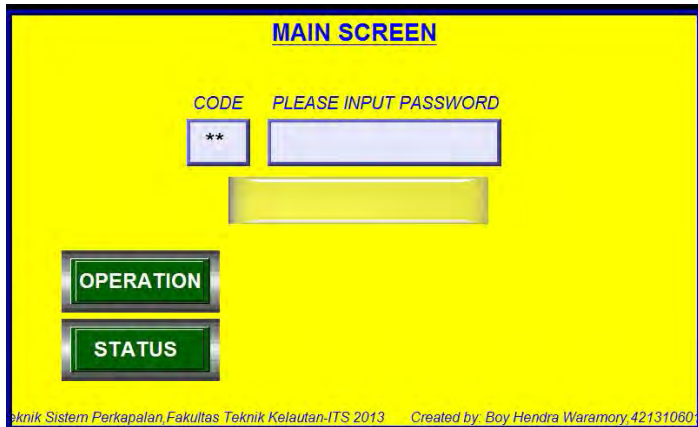
Motor penggerak dinyalakan menggunakan suplai listrik 3 phase 380V, kemudian memberikan listrik DC sebagai arus eksitasi untuk generator agar generator dapat menghasilkan keluaran listrik.

d. Memasukkan *password* pada HMI

Password pada peralatan ACOS terbagi dari beberapa bagian yaitu *CODE* dan *PASSWORD*:

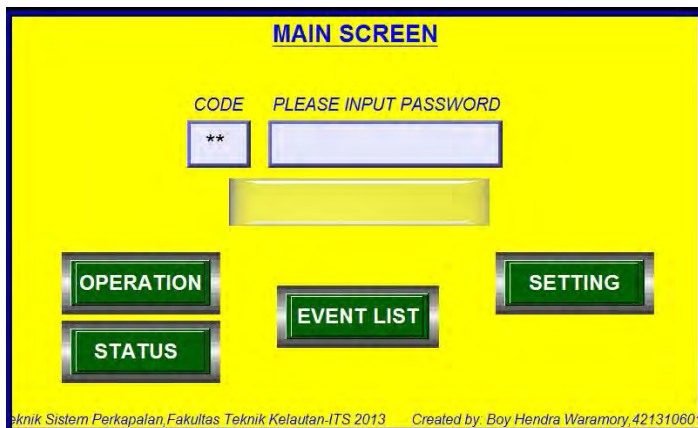
- Code diisi dengan angka “1” merupakan inisialisasi untuk menampilkan menu proses yang

akan dilakukan seperti “*OPERATION*” dan *STATUS* dari sistem.



Gambar 4.42. Proses Ketika Memasukkan Nilai 1
Pada Kolom *CODE* di HMI

- Code “2” diisi dengan angka “2” merupakan inisialisasi untuk menampilkan menu option seperti *OPERATION*, *STATUS*, *EVEN LIST*, *SETTING* dari sistem.



Gambar 4.43. Proses Ketika Memasukkan Nilai 2
Pada Kolom *CODE* di HMI

- e. Memasukkan kolom *CODE* dengan angka “1” kemudian passwordnya, setelah itu pilih menu “*SETTING*” maka akan muncul *screen* berikut.

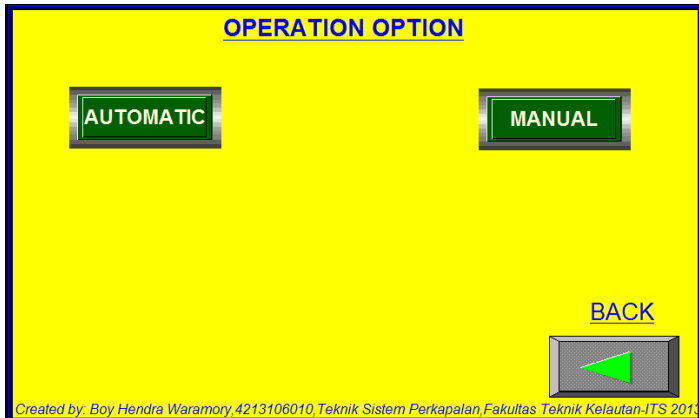
| SETTING | | |
|---------------------|-------------------------|---------------------------|
| INITIAL TIME | | SWITCH TIME |
| <i>MAIN TIME</i> | <i>INIT FINISH TIME</i> | <i>BATTERY to EMG</i> |
| 50 | 50 | 100 |
| <i>EMG TIME</i> | <i>BATTERY TIME</i> | <i>EMG to MAIN</i> |
| 50 | 50 | 100 |
| | | <i>BATTERY to MAIN</i> |
| | | 100 |
| | | STARTING EMG TIME |
| | | <i>STARTING EMG</i> |
| | | 200 |
| | | <i>STARTING EMG DELAY</i> |
| | | 50 |
| | | HOME |

Created by: Boy Hendra Waramory, 4213106010, Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Kelautan-ITS 2013

Gambar 4.44. *Setting Timer* Untuk Program PLC di HMI

Semua kolom waktu diisi sesuai dengan gambar 4.44. Untuk waktu inisialisasi diisi nilai “50” berarti waktu inisialisasi untuk tiap proses adalah 5 detik. Sedangkan untuk nilai “100” berarti bahwa waktu switching delay berlangsung selama 10 detik begitu pula dengan waktu *starting* diisi nilai “200” yang berarti waktu *starting* berlangsung selama 20 detik. Kemudian tekan tombol “*HOME*”

- f. Setelah menekan tombol “*HOME*” maka screen akan kembali pada *screen* “*MAIN SCREEN*”. Di mana tahap berikutnya adalah menekan menu “*OPERATION*” maka akan muncul screen sebagai berikut:



Gambar 4.45. Screen Ketika Menekan Menu
Operation

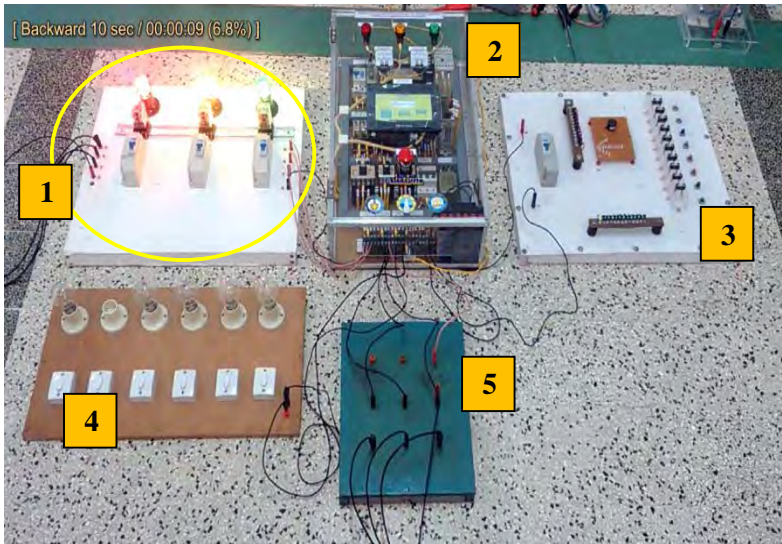
- g. Menekan tombol “*AUTOMATIC*” maka akan muncul *screen* seperti berikut.



Gambar 4.46. Screen Ketika Menekan Tombol
“*AUTOMATIC*”

Pada gambar 4.46 terlihat untuk inisial atau indikator yang berwarna kuning adalah *main generator* dan baterai. Ini menunjukkan bahwa suplai listrik dari *main generator* dan baterai telah siap untuk

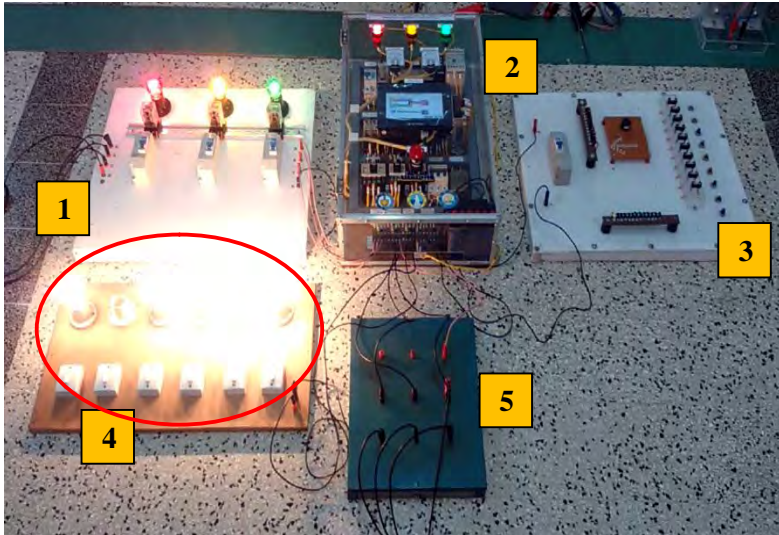
menyuplai listrik kepada peralatan. Ditunjukkan dengan lampu yang menyala pada panel daya.



Gambar 4.47. kondisi Suplai Listrik Dari *Main Generator* Siap untuk menyuplai listrik kepada peralatan

Keterangan gambar 4.47 adalah sebagai berikut:

- 1 = Panel indikator dari inputan *main generator* (Siap menyuplai listrik)
 - 2 = Peralatan ACOS
 - 3 = Peralatan beban listrik DC
 - 4 = Peralatan beban listrik AC
 - 5 = Panel dari inputan *emergency generator*
- h. Setelah itu menekan tombol “*RUN*” maka suplai listrik dari main generator langsung menyalakan beban listrik AC

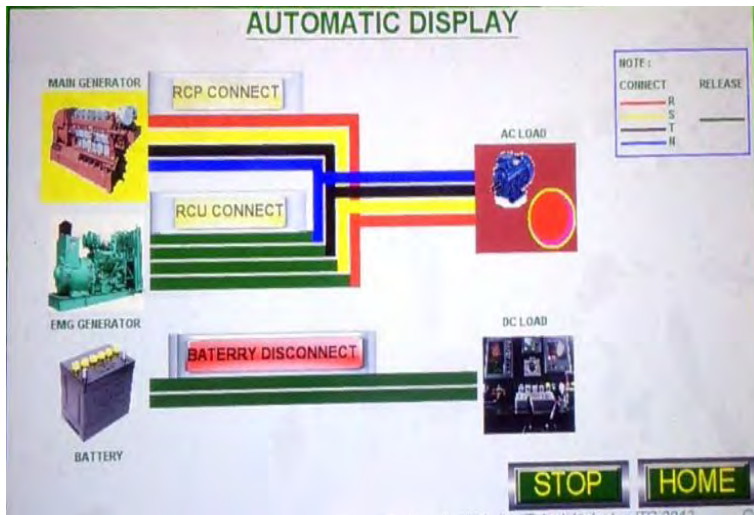


Gambar 4.48. Suplai Listrik Dari *Main Generator* Menyuplai Listrik Kepada Beban Listrik AC

Keterangan gambar 4.48 adalah sebagai berikut:

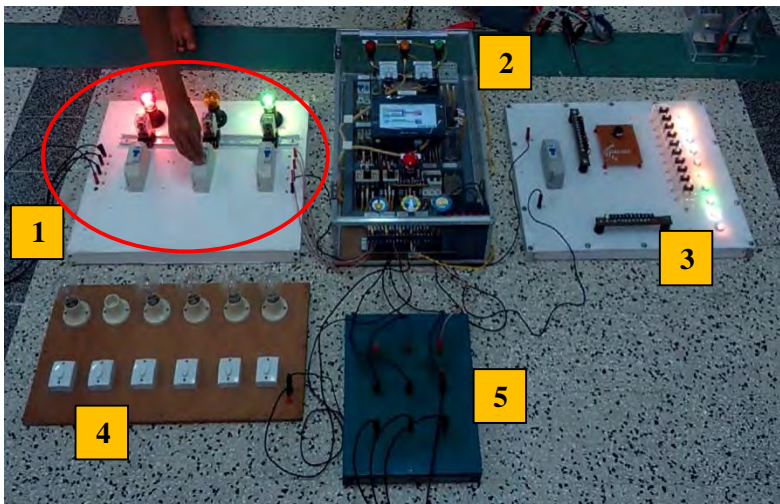
- 1 = Panel indikator dari inputan *main generator* (Siap menyuplai listrik)
- 2 = Peralatan ACOS
- 3 = Peralatan beban listrik DC
- 4 = Peralatan beban listrik AC disuplai listrik dari *main generator*
- 5 = Panel dari inputan *emergency generator*

Setelah *main generator* menyuplai listrik kepada beban listrik AC, maka screen akan menunjukkan indikator terhubung atau *connect* yaitu ditandai dengan warna merah, kuning, hitam dan biru. Untuk display screen automatic ditampilkan pada gambar 4.49.



Gambar 4.49. *Screen Menunjukkan Main Generator Menyuplai Kepada Beban Listrik AC*

- i. Setelah itu mematikan salah satu phasa pada main generator.

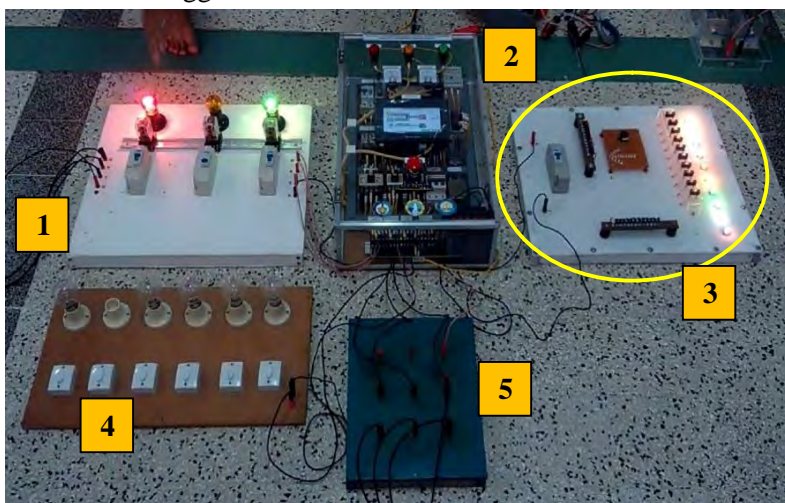


Gambar 4.50. *Proses Mematikan Salah Satu Phasa Pada Main Generator Melalui Panel Daya Main generator*

Keterangan gambar 4.50 adalah sebagai berikut:

- 1 = Panel indikator dari inputan *main generator* (mematikan salah satu phasa)
- 2 = Peralatan ACOS
- 3 = Peralatan beban listrik DC
- 4 = Peralatan beban listrik AC mati
- 5 = Panel dari inputan *emergency generator*

Proses mematikan salah satu phasa adalah untuk mensimulasikan bahwa *main generator* mengalami *failure* atau kerusakan yang mengakibatkan salah satu phasa dari *main generator* hilang ataupun terjadinya drop tegangan pada *main generator*. Ketika *main generator failure* maka suplai listrik akan berpindah menuju baterai secara langsung. Baterai akan menyuplai beban listrik yang menggunakan listrik DC.

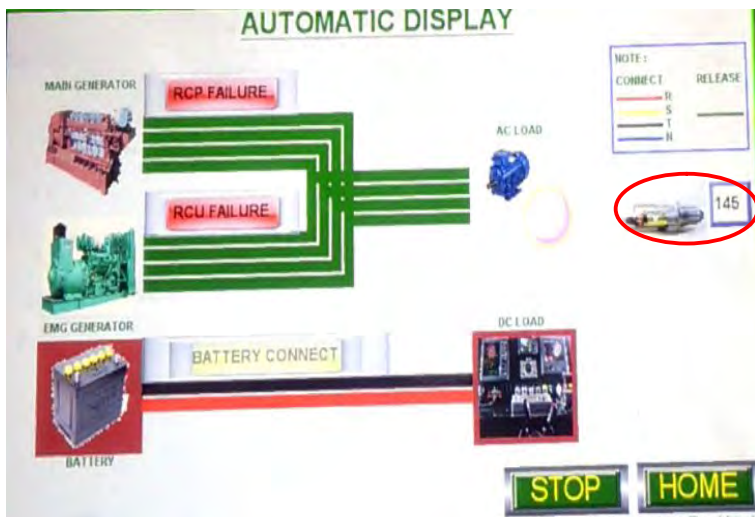


Gambar 4.51. Suplai Listrik Berpindah Ke Baterai Dan Menyalakan Peralatan DC

Keterangan gambar 4.51 adalah sebagai berikut:

- 1 = Panel indikator dari inputan *main generator* (mematikan salah satu phasa)
- 2 = Peralatan ACOS
- 3 = Peralatan beban listrik DC nyala dan disuplai dari baterai
- 4 = Peralatan beban listrik AC mati
- 5 = Panel dari inputan *emergency generator*

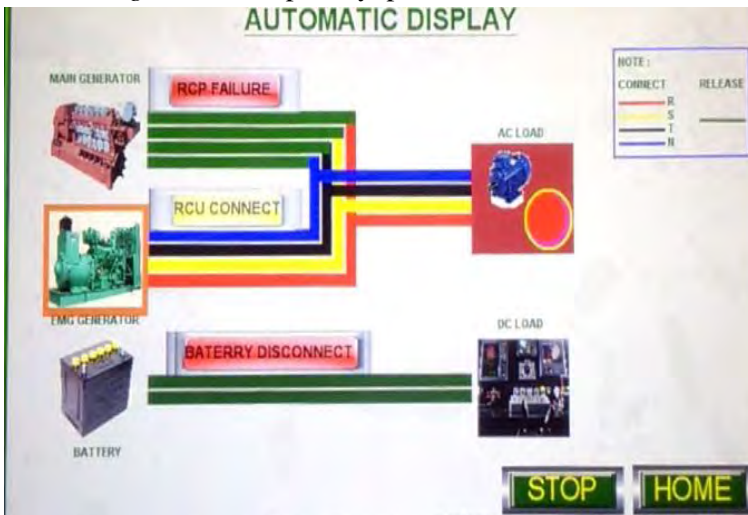
Baterai menyuplai listrik pada beban listrik DC ditandai dengan indikator warna merah dan hitam pada screen. Bersamaan dengan baterai menyuplai peralatan DC maka PLC juga mengirim sinyal kepada *emergency generator* untuk proses *starting*. Waktu yang diberikan untuk proses starting adalah 20 detik hingga *emergency generator* siap menyuplai listrik



Gambar 4.52. *Display Saat Baterai Menyuplai Listrik DC kepada Beban DC dan Proses Starting Emergency Generator*

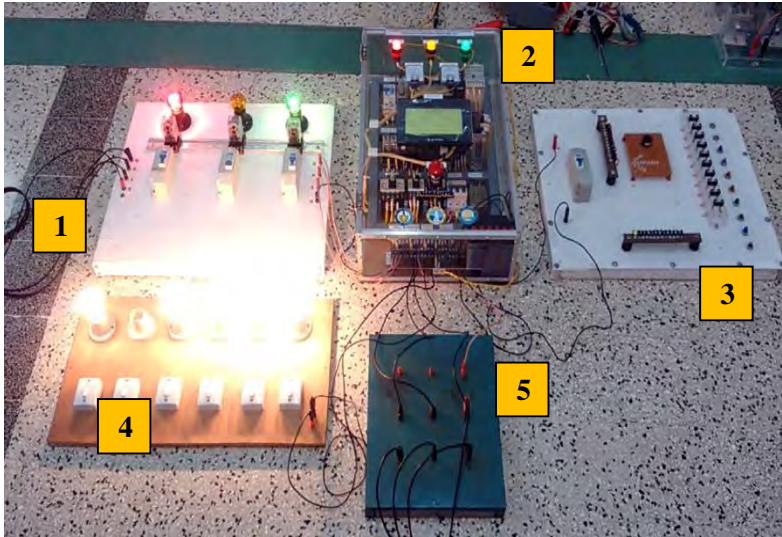
j. Menyalakan *emergency generator*.

Menyalakan motor penggerak *emergency generator* kemudian memberikan arus eksitasi kepada generator hingga tegangan keluaran *emergency generator* 380V hingga indikator *emergency generator* siap menyuplai listrik.



Gambar 4.53. *Display HMI Emergency Generator Menyuplai Beban Listrik AC*

Beban listrik AC disuplai oleh emergency generator ditandai dengan indikator pada screen yakni warna merah, kuning, hitam dan biru pada aliran emergency generator menuju beban listrik AC. Beban listrik AC diuplai oleh emergency generator dapat dilihat pada gambar 4.54.



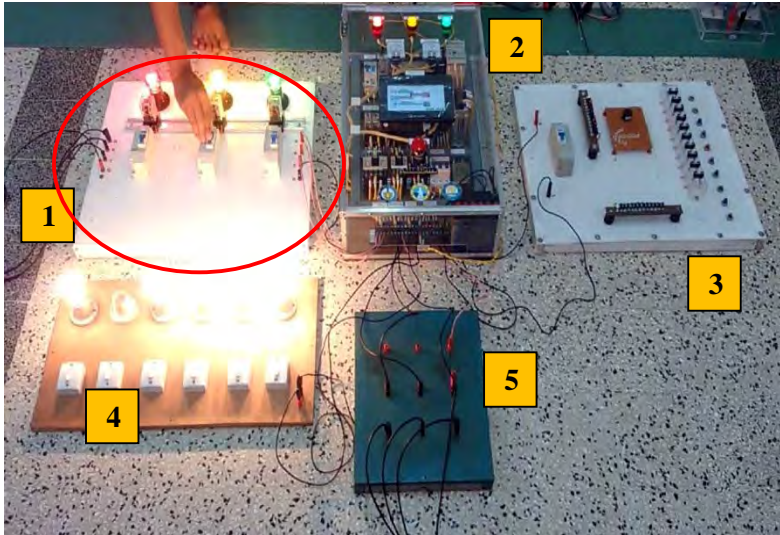
Gambar 4.54. Suplai Listrik Dari *Emergency Generator*
Menyuplai Listrik Kepada Beban Listrik AC

Keterangan gambar 4.54 adalah sebagai berikut:

- 1 = Panel indikator dari inputan *main generator* (hilang salah satu fasa)
- 2 = Peralatan ACOS
- 3 = Peralatan beban listrik DC mati
- 4 = Peralatan beban listrik AC nyala mendapat suplai listrik dari *emergency generator*
- 5 = Panel dari inputan *emergency generator*

k. Menyalakan kembali fasa yang hilang pada *main generator*.

Menyalakan kembali fasa dari panel *main generator* untuk mengindikasikan bahwa *main generator* sudah berfungsi dengan baik.

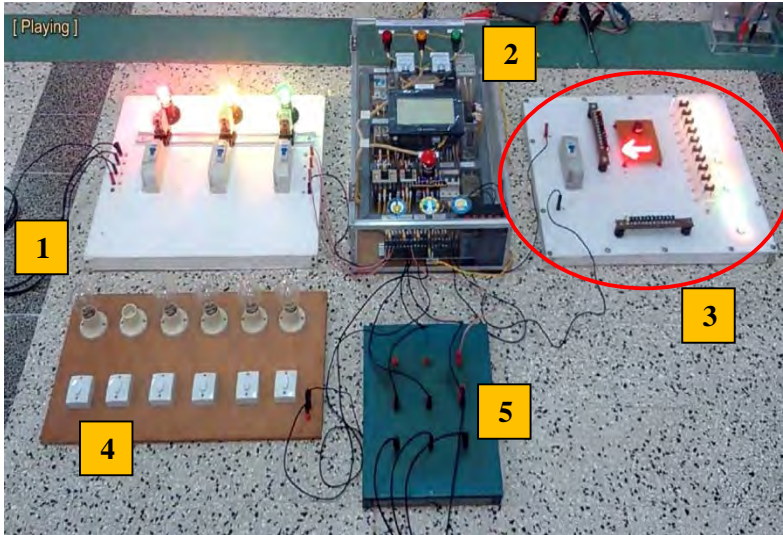


Gambar 4.55. Proses Menyalakan Kembali Fasa yang Hilang
Dari *Main generator*

Keterangan gambar 4.55 adalah sebagai berikut:

- 1 = Panel indikator dari inputan *main generator*
(menghidupkan kembali fasa yang hilang)
- 2 = Peralatan ACOS
- 3 = Peralatan beban listrik DC mati
- 4 = Peralatan beban listrik AC nyala mendapat suplai
listrik dari *emergency generator*
- 5 = Panel dari inputan *emergency generator*

Setelah menyalakan kembali fasa yang hilang dari *main generator*, maka *emergency generator* tidak langsung mati melainkan menunggu 5 detik lalu berpindah menuju baterai. Kemudian baterai menyuplai listrik untuk peralatan DC.



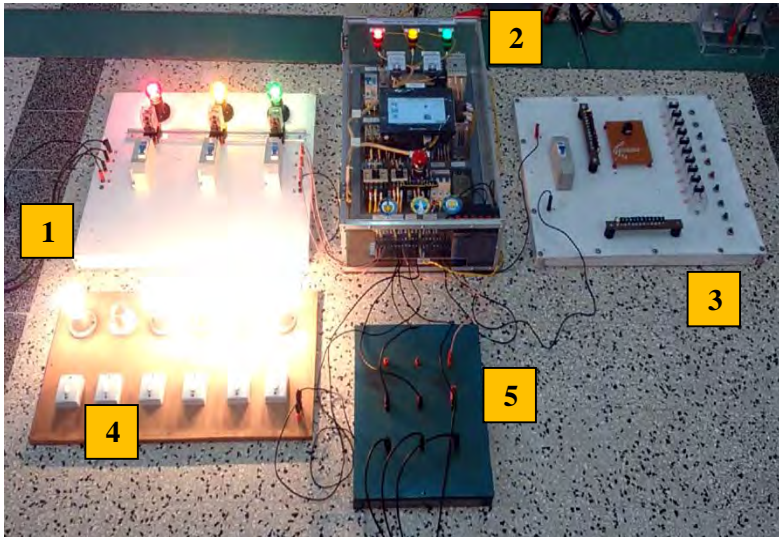
Gambar 4.56. Proses Pemindahan Suplai Listrik Dari *Emergency Generator* Menuju Baterai

Keterangan gambar 4.56 adalah sebagai berikut:

- 1 = Panel indikator dari inputan *main generator* (siap menyuplai listrik pada beban)
- 2 = Peralatan ACOS
- 3 = Peralatan beban listrik DC nyala mendapat suplai listrik dari baterai
- 4 = Peralatan beban listrik AC mati
- 5 = Panel dari inputan *emergency generator*

Setelah baterai menyuplai listrik untuk peralatan DC maka selanjutnya akan berpindah pada suplai listrik *main generator*. Hal ini terjadi karena waktu 5 detik yang telah tercapai. Proses ini bertujuan untuk menjaga peralatan listrik AC agar tidak mengalami kerusakan dengan cara menunggu peralatan benar-benar mati setelah disuplai listrik AC oleh

emergency generator. Ketika sudah tercapai waktu tunda perpindahannya maka suplai listrik AC akan langsung berpindah kepada *main generator*.



Gambar 4.57. Proses Pemindahan Suplai Listrik Dari Baterai Menuju *Main Generator*

Keterangan gambar 4.57 adalah sebagai berikut:

- 1 = Panel indikator dari inputan *main generator* (menghidupkan kembali fasa yang hilang)
- 2 = Peralatan ACOS
- 3 = Peralatan beban listrik DC mati
- 4 = Peralatan beban listrik AC nyala mendapat suplai listrik dari *main generator*
- 5 = Panel dari inputan *emergency generator*

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada tugas akhir ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Suplai listrik akan berpindah dari *main generator* menuju baterai ketika *main generator* kehilangan salah satu fasa, dan suplai listrik akan berpindah menuju *emergency generator* ketika tegangan *emergency generator* sesuai dengan tegangan kerja peralatan listrik AC di kapal yaitu 380VAC.
2. Suplai listrik tidak berpindah secara langsung dari *emergency generator* menuju *main generator* melainkan menuju baterai terlebih dahulu untuk mencegah kerusakan pada peralatan listrik AC di kapal.
3. Waktu pemindahan untuk sistem ACOS peralatan selama 30 detik sesuai dengan peraturan BKI dan SOLAS yang mengharuskan waktu pemindahan di bawah 45 detik.
4. Peralatan ACOS ini dapat diaplikasikan dengan baik saat pemindahan suplai listrik secara otomatis dari *main generator* menuju baterai dan *emergency generator* ataupun sebaliknya karena terdapat sistem *interlock* dalam setiap rangkaian.
5. Peralatan ACOS ini dapat digunakan dalam kondisi real dikapal karena memiliki *phasa failure*, *under voltage* dan *over voltage relay* sebagai proteksi dan indikasi untuk perintah pemindahan suplai listrik secara otomatis.

5.2. **Saran**

Untuk pengembangan selanjutnya dari tugas akhir ini, hendaknya dapat dikembangkan lebih lanjut untuk parameter pemindahan baterai menuju *emergency generator* yaitu pengukur frekuensi listrik. Pengukur frekuensi yang dimaksud adalah dengan penambahan sensor pembaca frekuensi listrik dari *emergency generator* sehingga ketika frekuensi listrik dari *emergency generator* sudah terpenuhi maka suplai akan berpindah dari baterai menuju *emergency generator*. Kemudian untuk kapasitas *main generator* dan *emergency generator* perlu dinaikkan lagi.

DAFTAR PUSTAKA

Biro Klasifikasi Indonesia (2014)

Safety Of Life At Sea (SOLAS) 2006

Pandji, Hanung. 2011. “Perancangan Peralatan Otomatisasi Emergency Baterai Untuk Suplai Daya Listrik Pada Saat Kondisi Blackout Di Kapal”

Teguh Adriyono, 1999. “Pemanfaatan PLC Sebagai Kendali Lengan Robot Dua Jari Pemindah Benda”

Jagra Bagus Haryanto, Tejo Sukmadi, 2011. “Perancangan Automatic Main Failure Dan Automatic Transfer Switch Di Lengkapi Dengan 10 Kondisi Display Dan 4 Kondisi Backlighting Menggunakan Zelio Logic Smart Relay (Sr)”

Shiha Muhammad Nur, 2011. “Rancang Bangun Sistem Automatic Transfer Switch Dan Automatic Main Failure PLN – Genset Berbasis PLC Dilengkapi Dengan Monitoring”

Yudhiwardana, Nuris Sanggra. 2009. “Perancangan Perangkat Lunak Programmable Logic Controller Sebagai Pengendali Stabilitas Kapal”

EasyBuilder8000 User Manual, 2012.

Setiawan, Nico Agung . 2005. “Pengaturan Tekanan Pada Model Instalasi Pengisian BBM Premium di PT. Pertamina Berbasis Programmable Logic Controller”

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

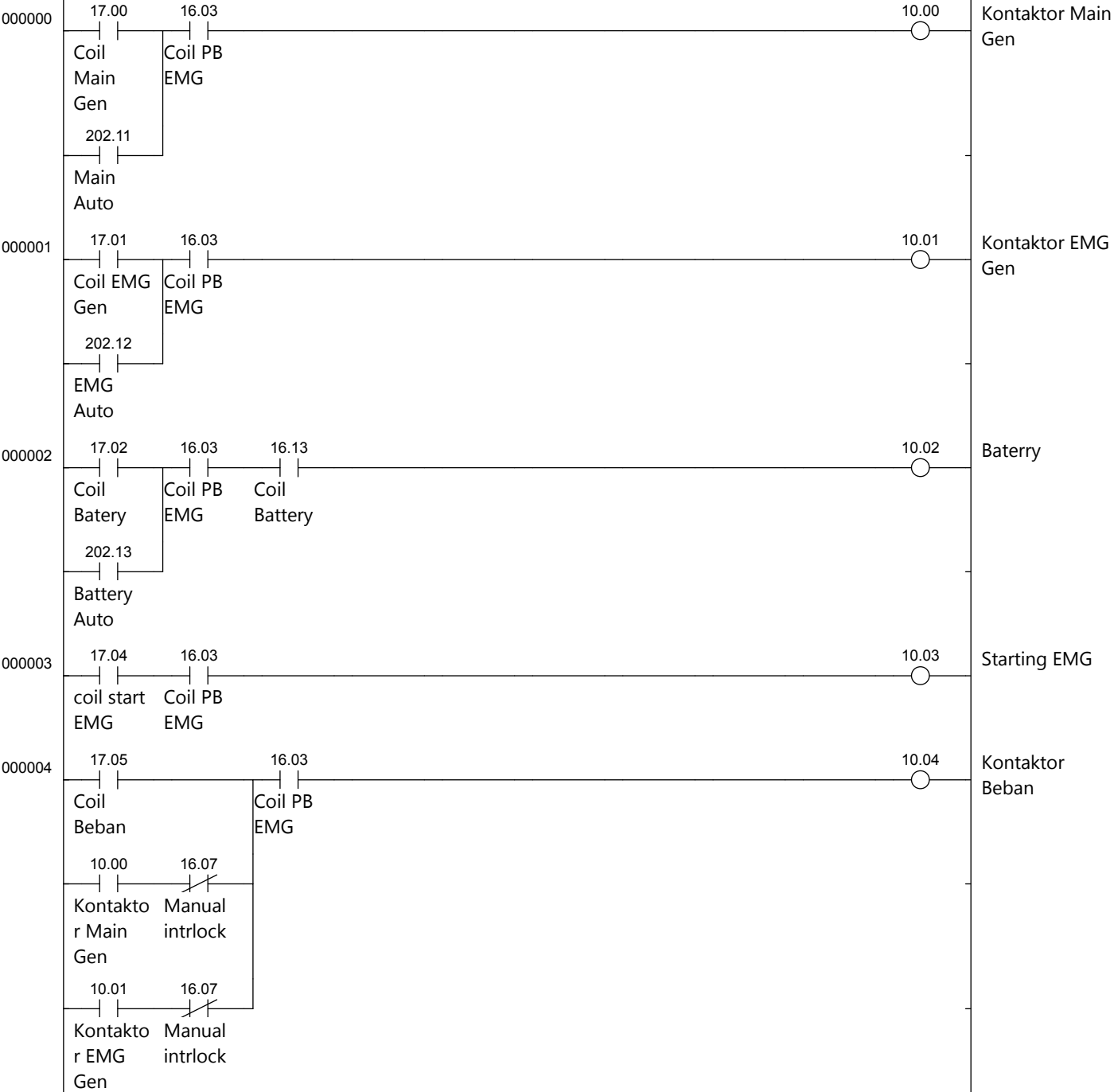
[Program Name : NewProgram1]

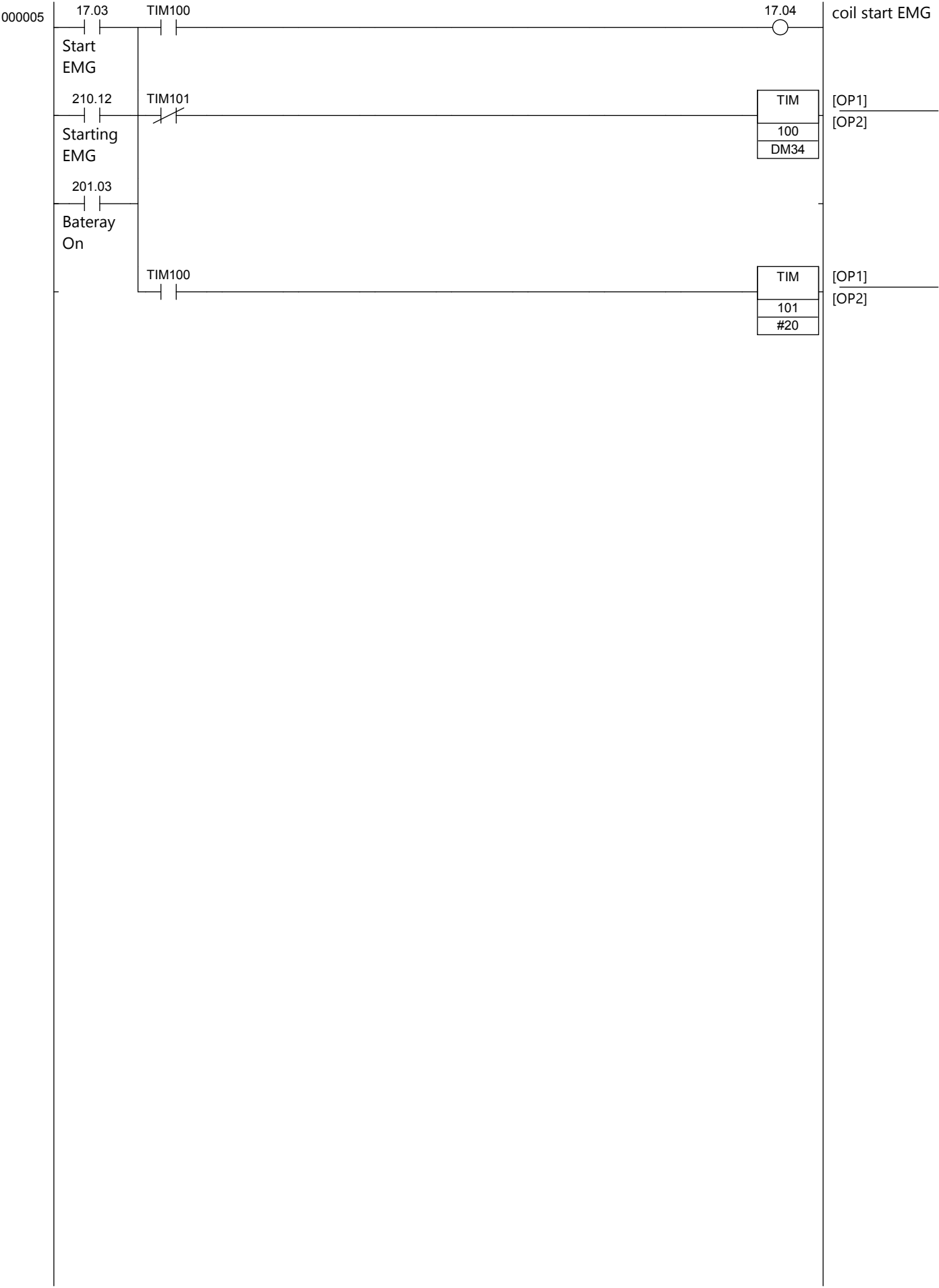
[Section Name : Input]

| | | | |
|--------|-----------------------------------|-------|----------------------|
| 000000 | 0.00 Input_RC P | 16.01 | Coil RCP |
| 000001 | 0.01 Input_RC U | 16.02 | Coil RCU |
| 000002 | 0.02 Input_PB EMG | 16.03 | Coil PB EMG |
| 000003 | 0.03 Input_Ov er Voltage | 16.06 | Coil Over Voltage |
| 000004 | 0.04 Input_Bat tery | 16.13 | Coil Battery |

[Program Name : NewProgram1]

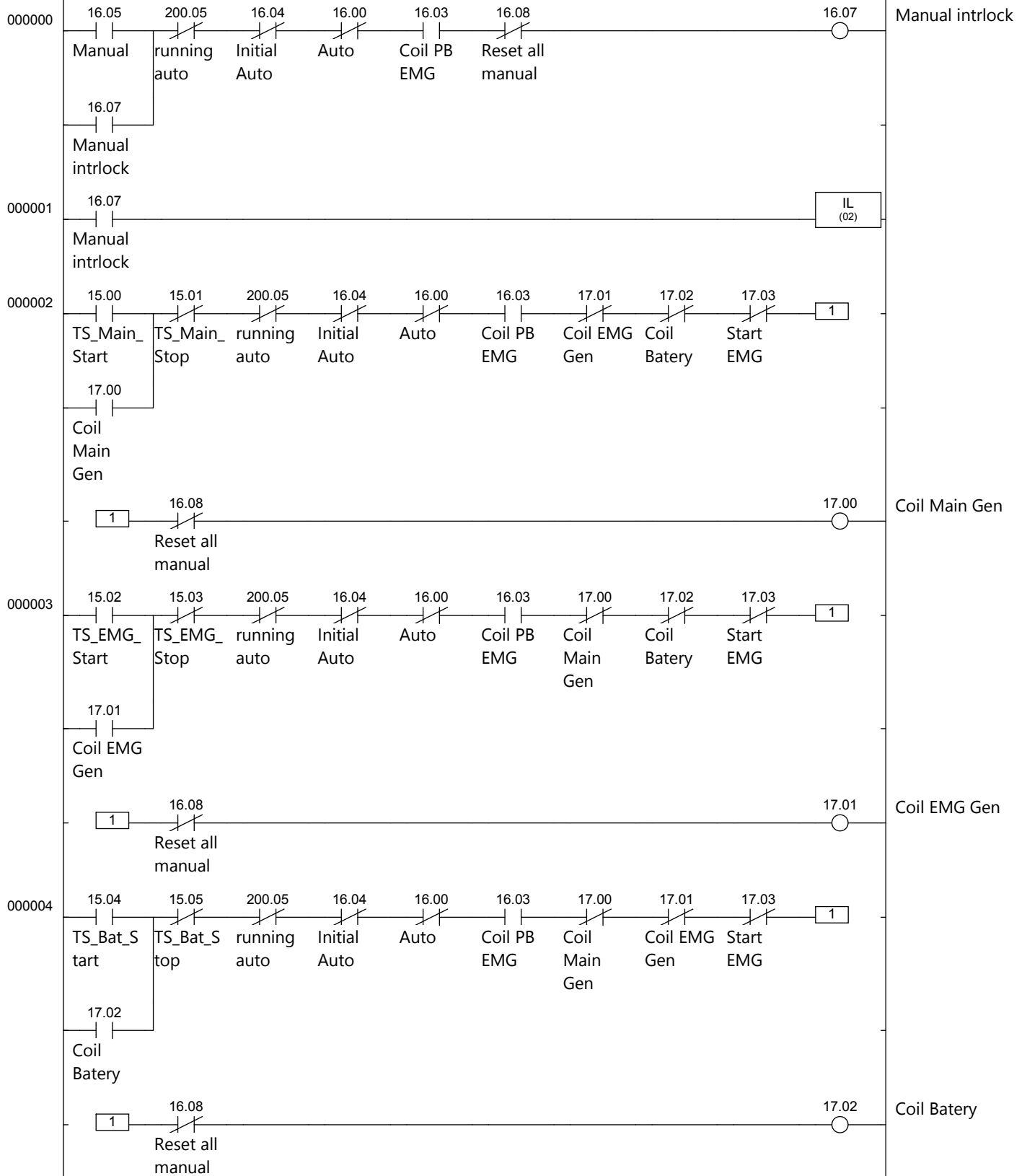
[Section Name : Output]

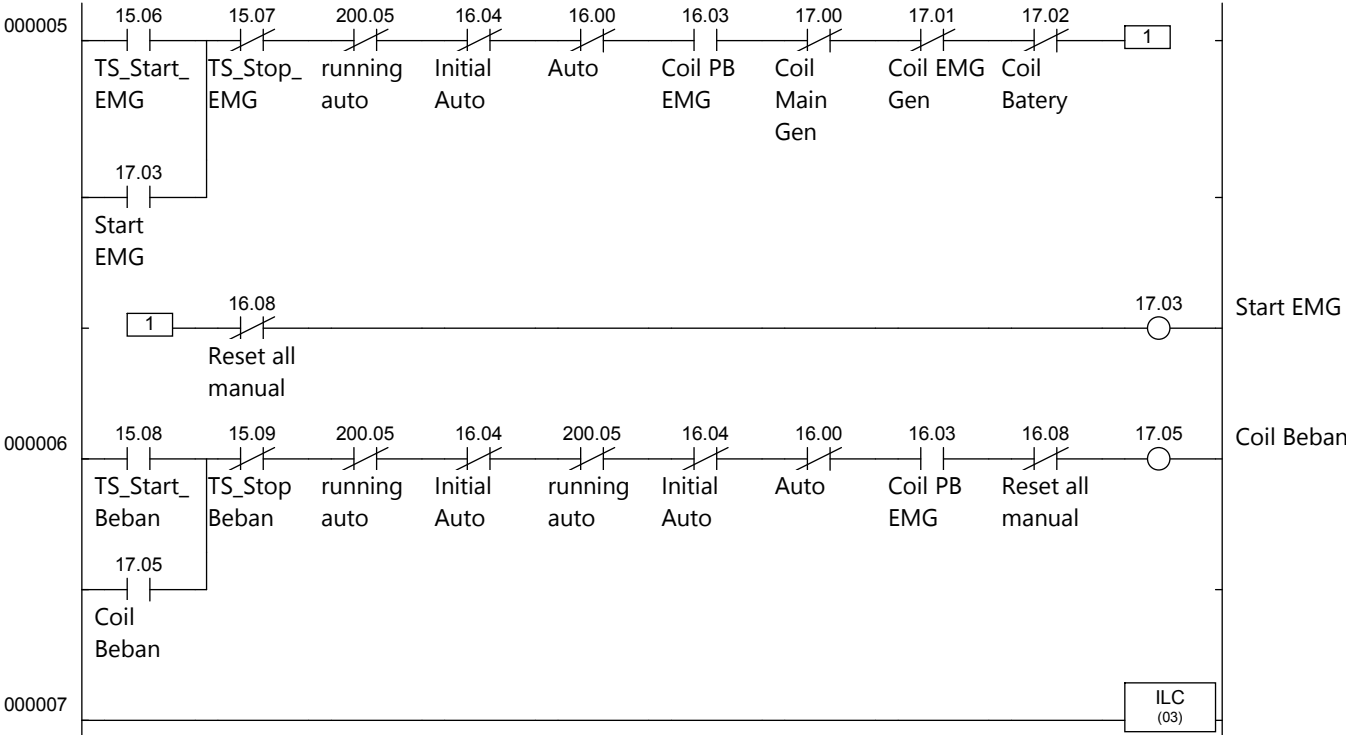




[Program Name : NewProgram1]

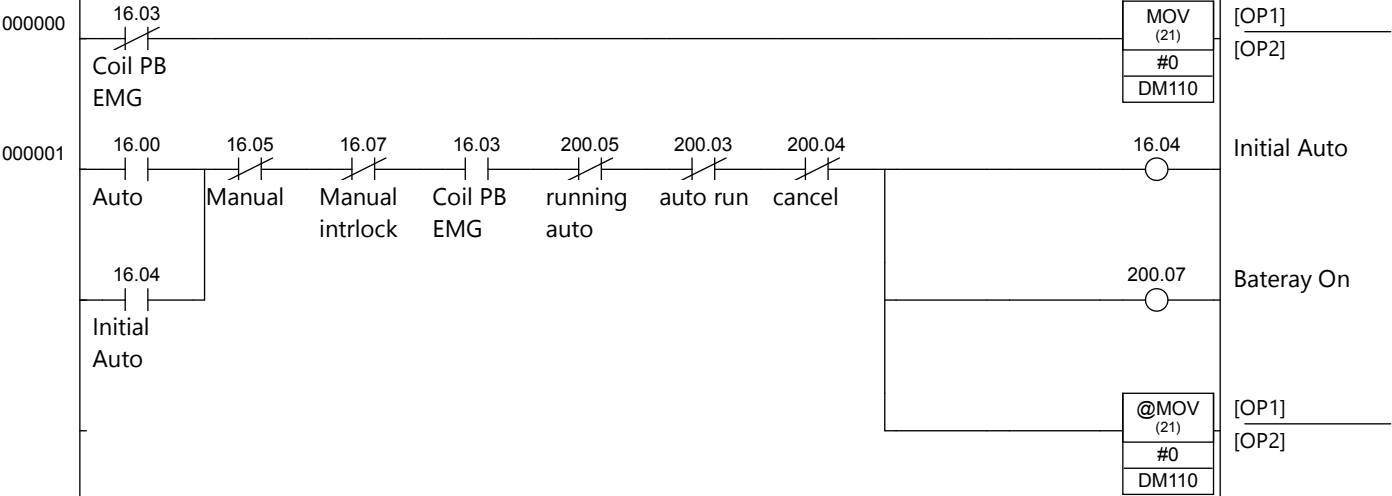
[Section Name : Manual]

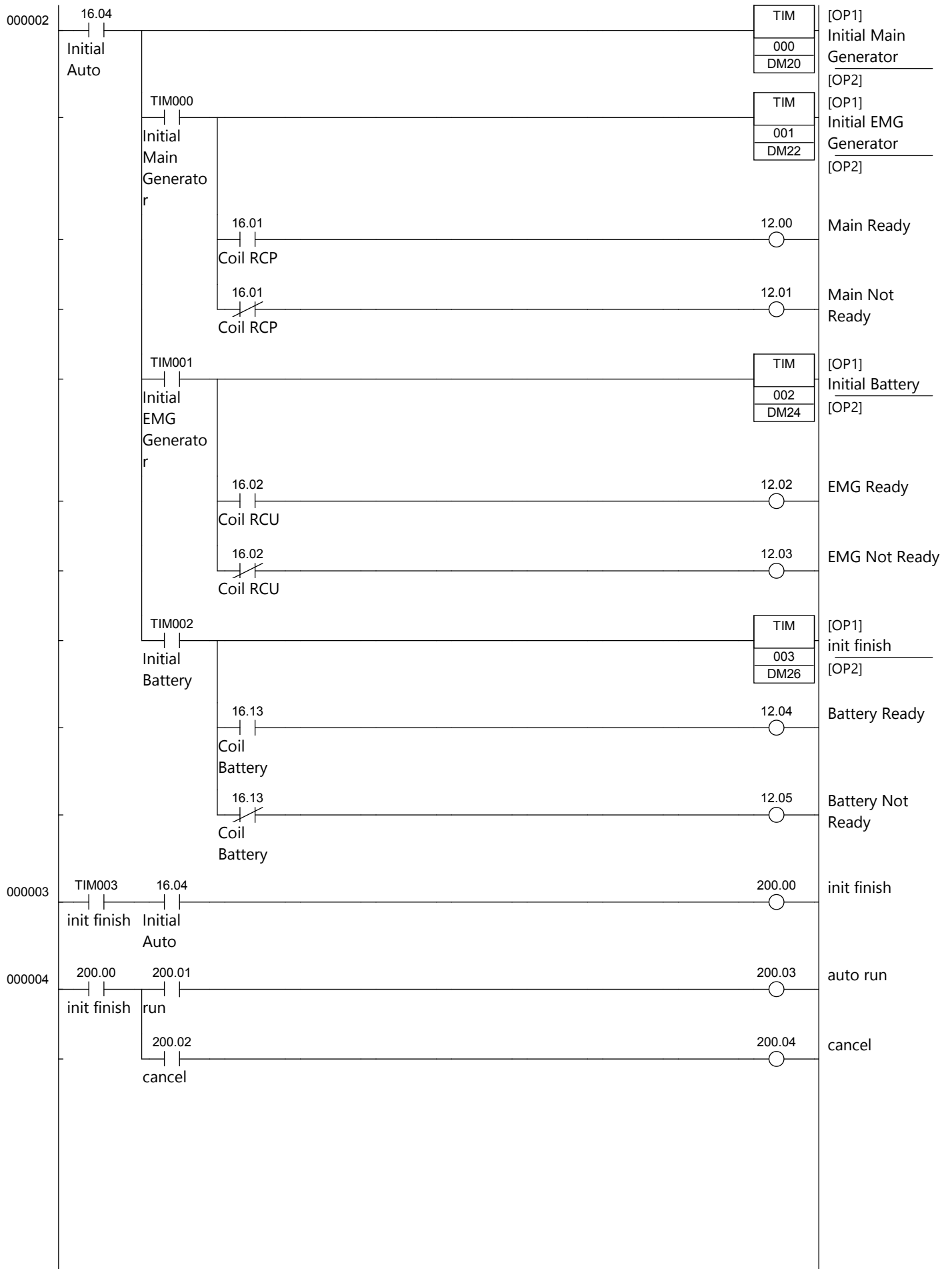


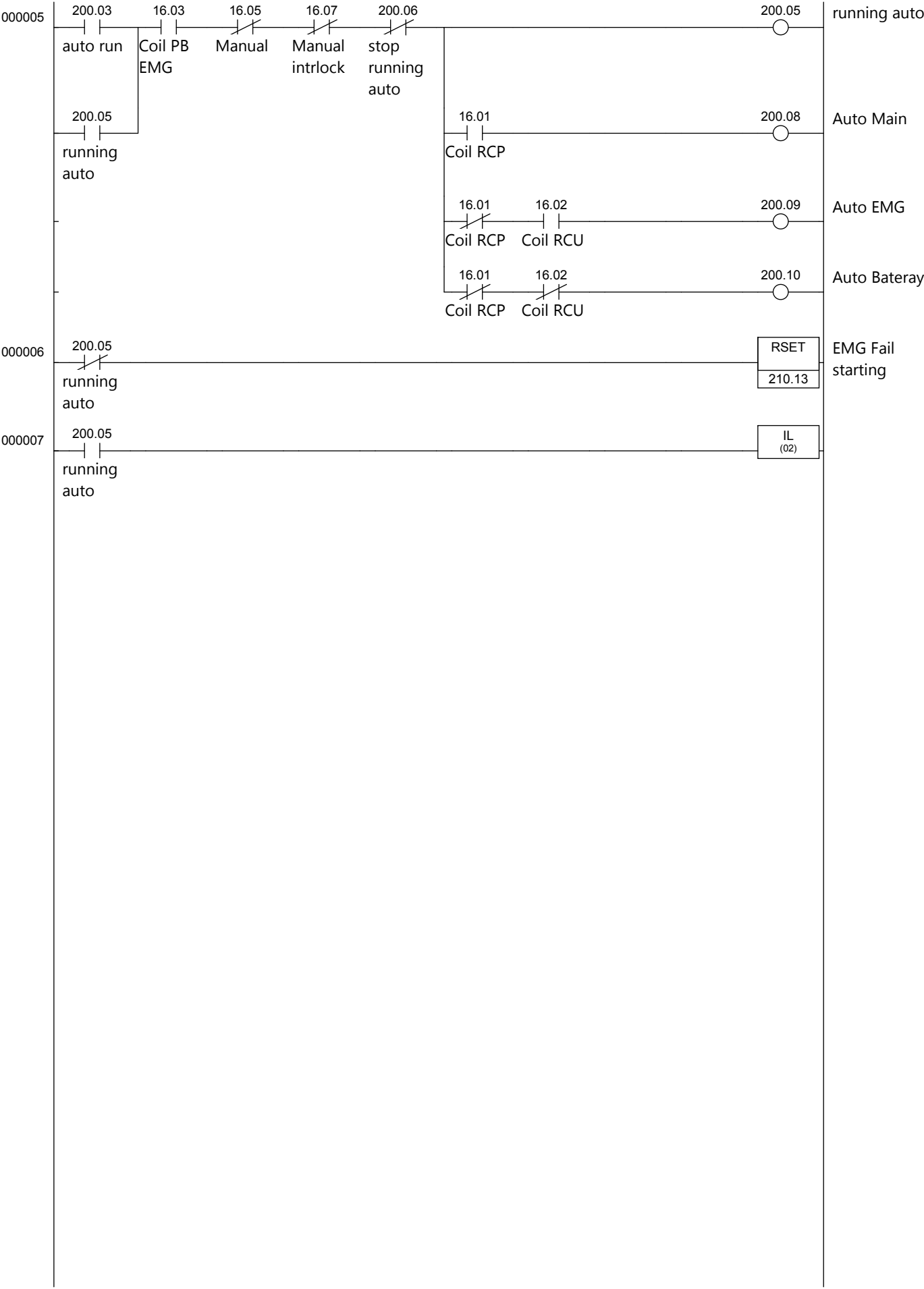


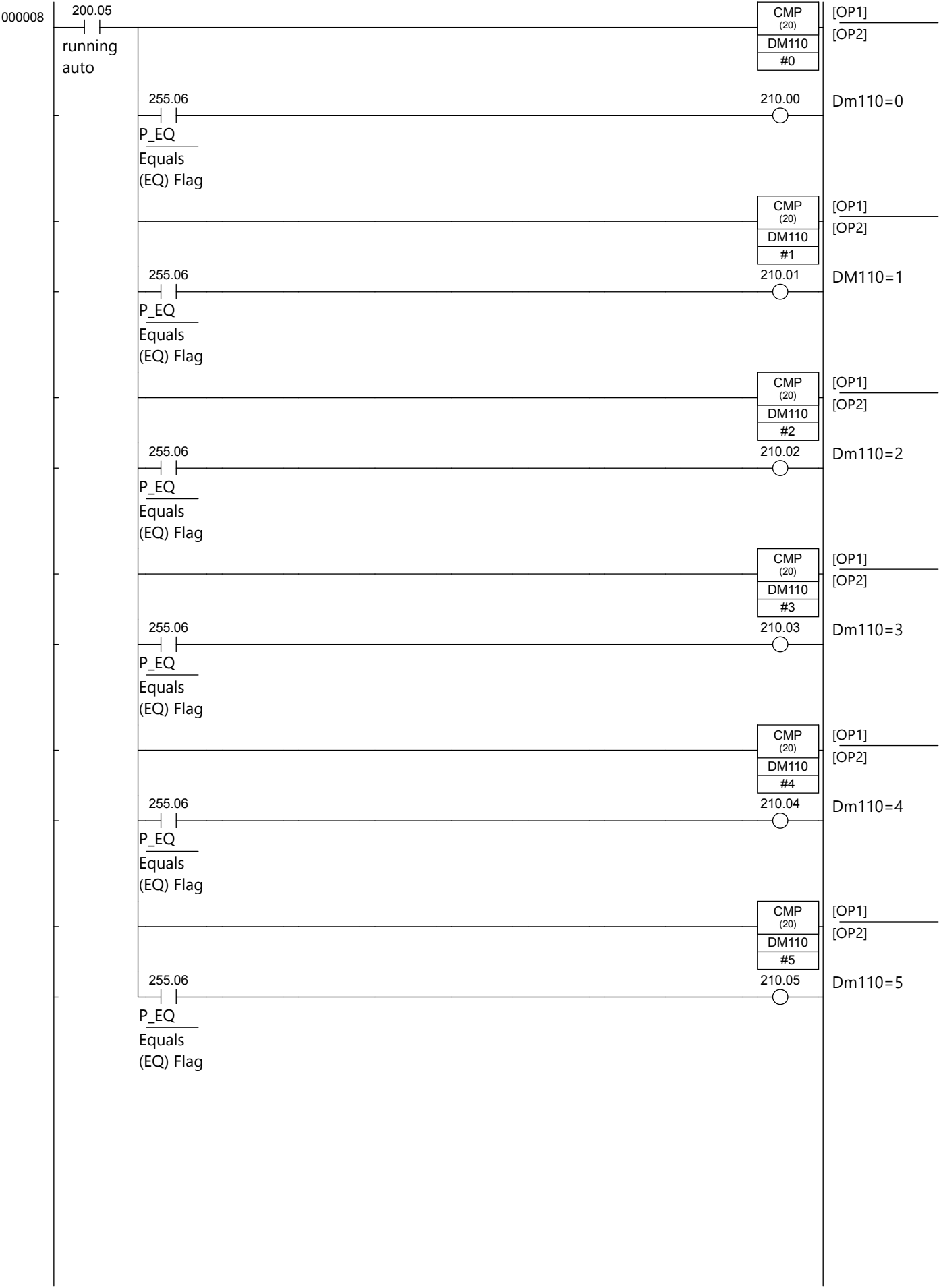
[Program Name : NewProgram1]

[Section Name : Auto]









255.06

P_EQ
Equals
(EQ) Flag

210.02

CMP
(20)
DM110
#2

[OP1]
[OP2]

Dm110=2

255.06

P_EQ
Equals
(EQ) Flag

210.03

CMP
(20)
DM110
#3

[OP1]
[OP2]

Dm110=3

255.06

P_EQ
Equals
(EQ) Flag

210.04

CMP
(20)
DM110
#4

[OP1]
[OP2]

Dm110=4

255.06

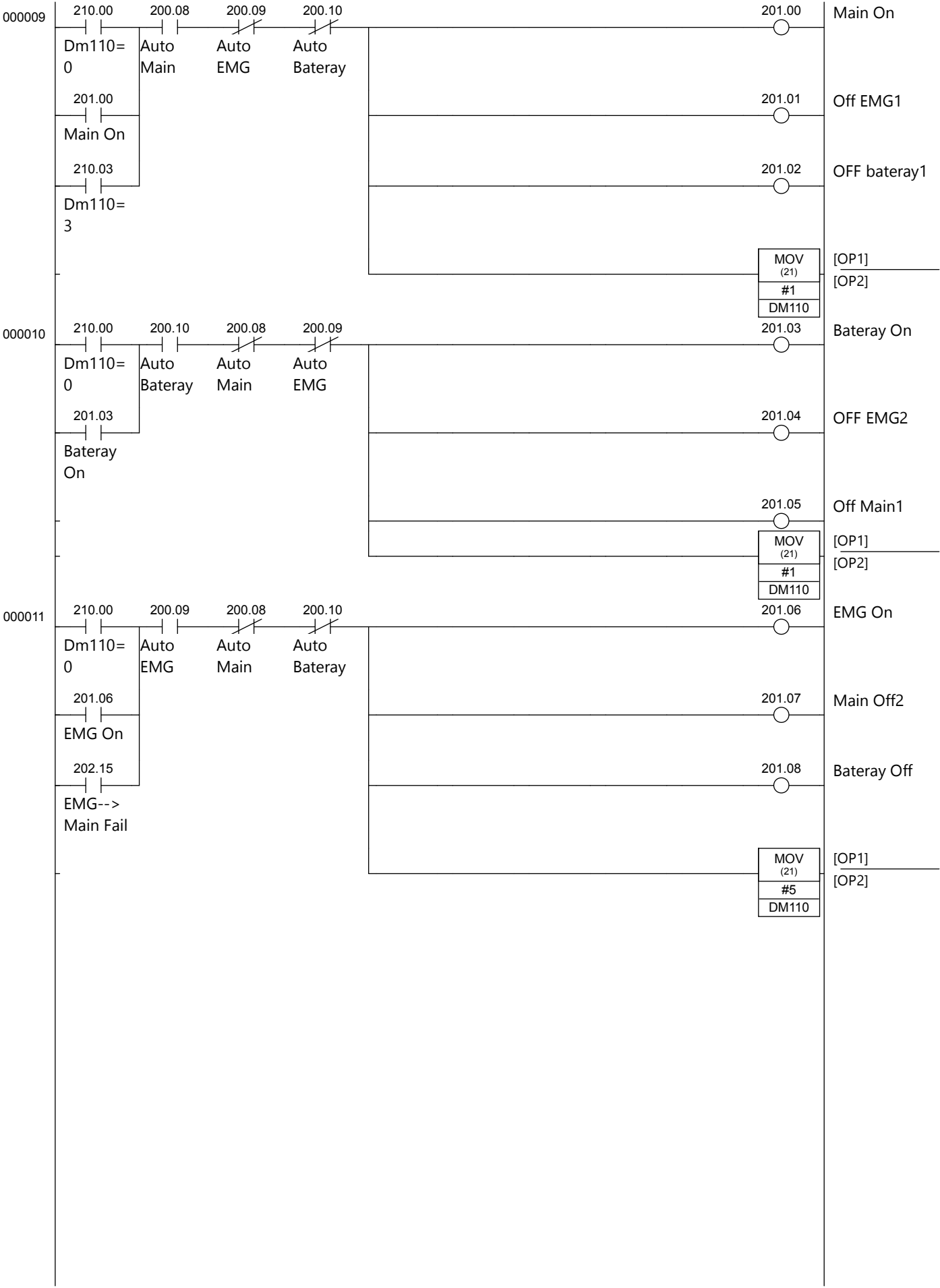
P_EQ
Equals
(EQ) Flag

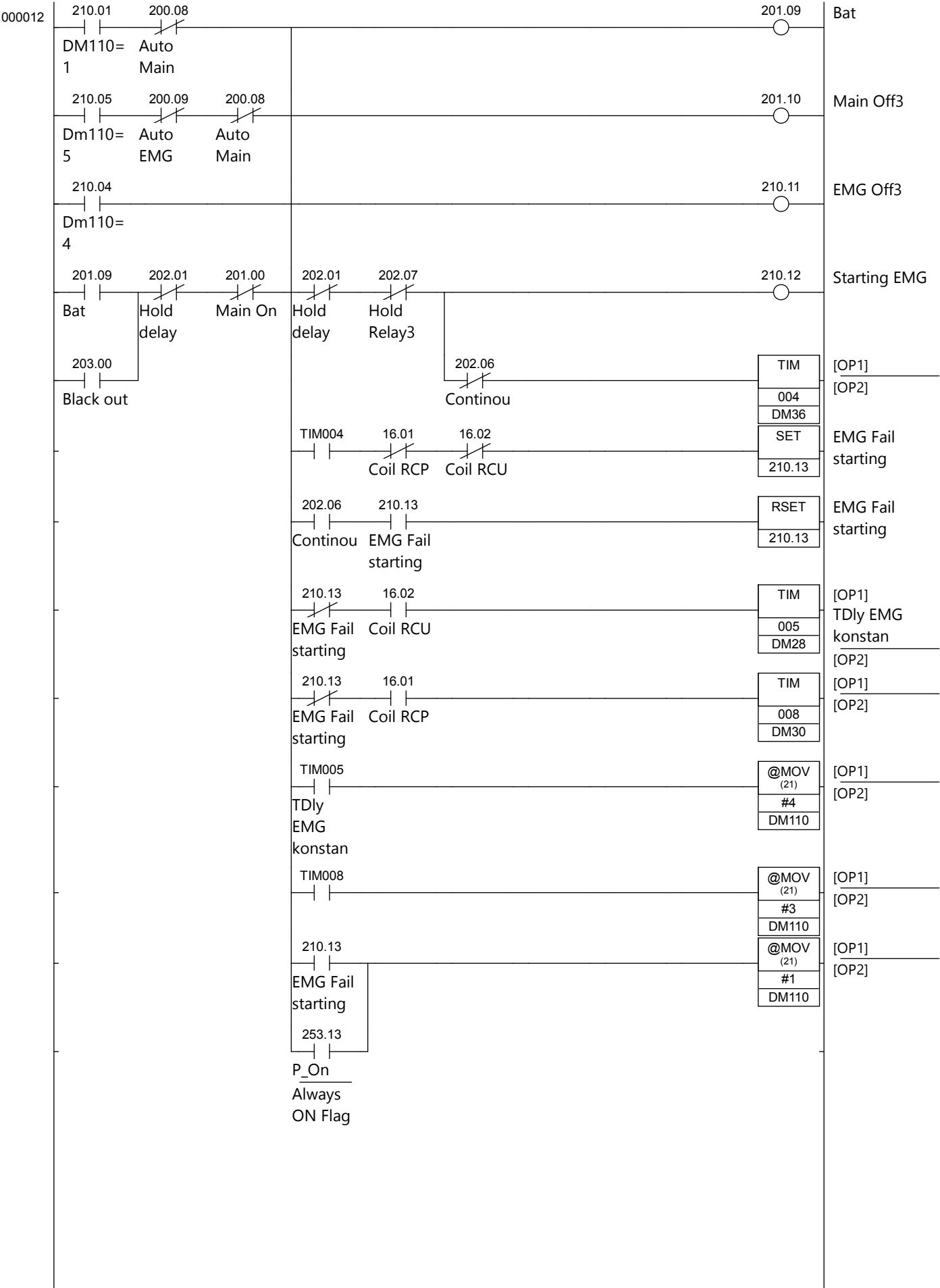
210.05

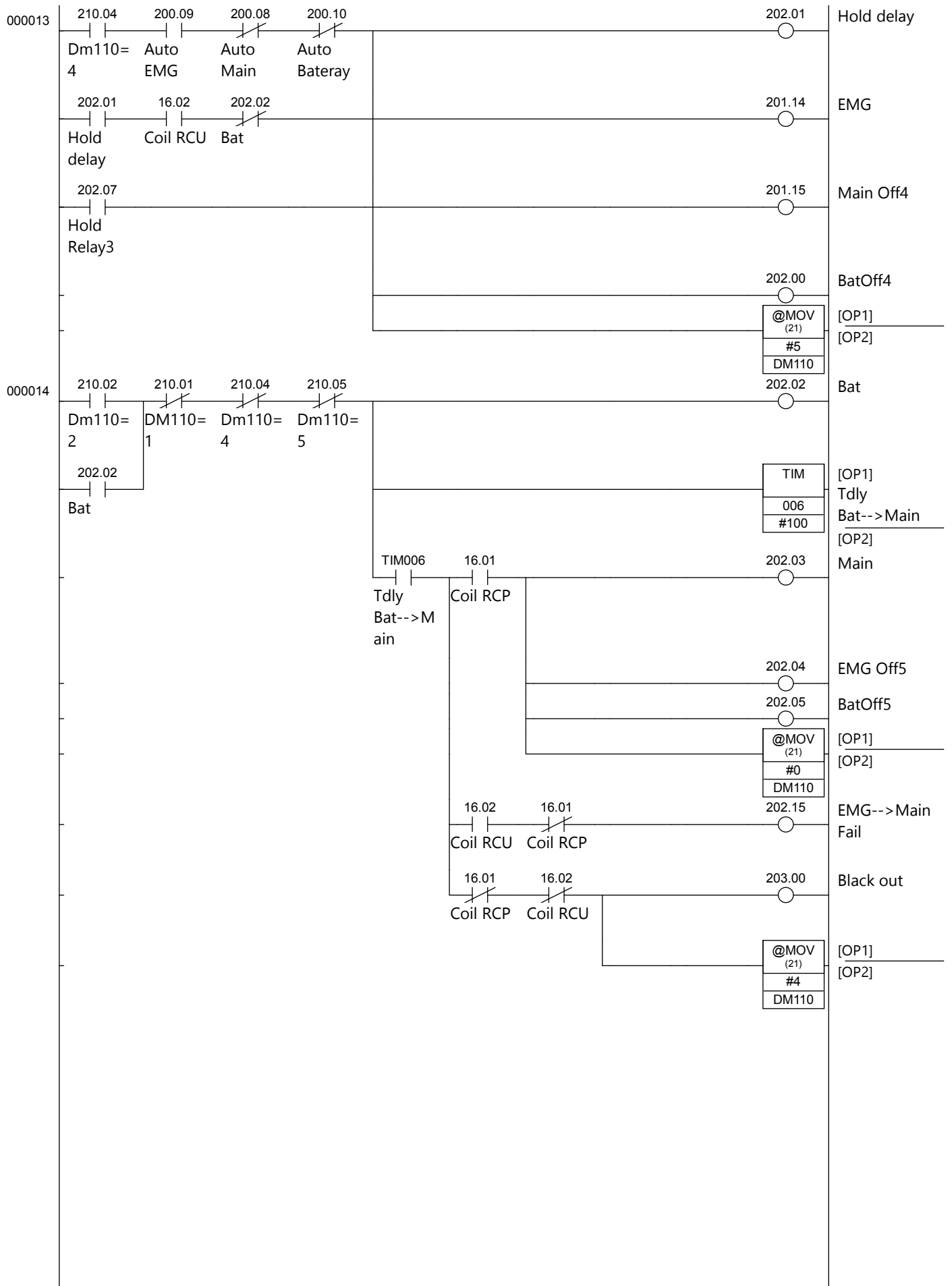
CMP
(20)
DM110
#5

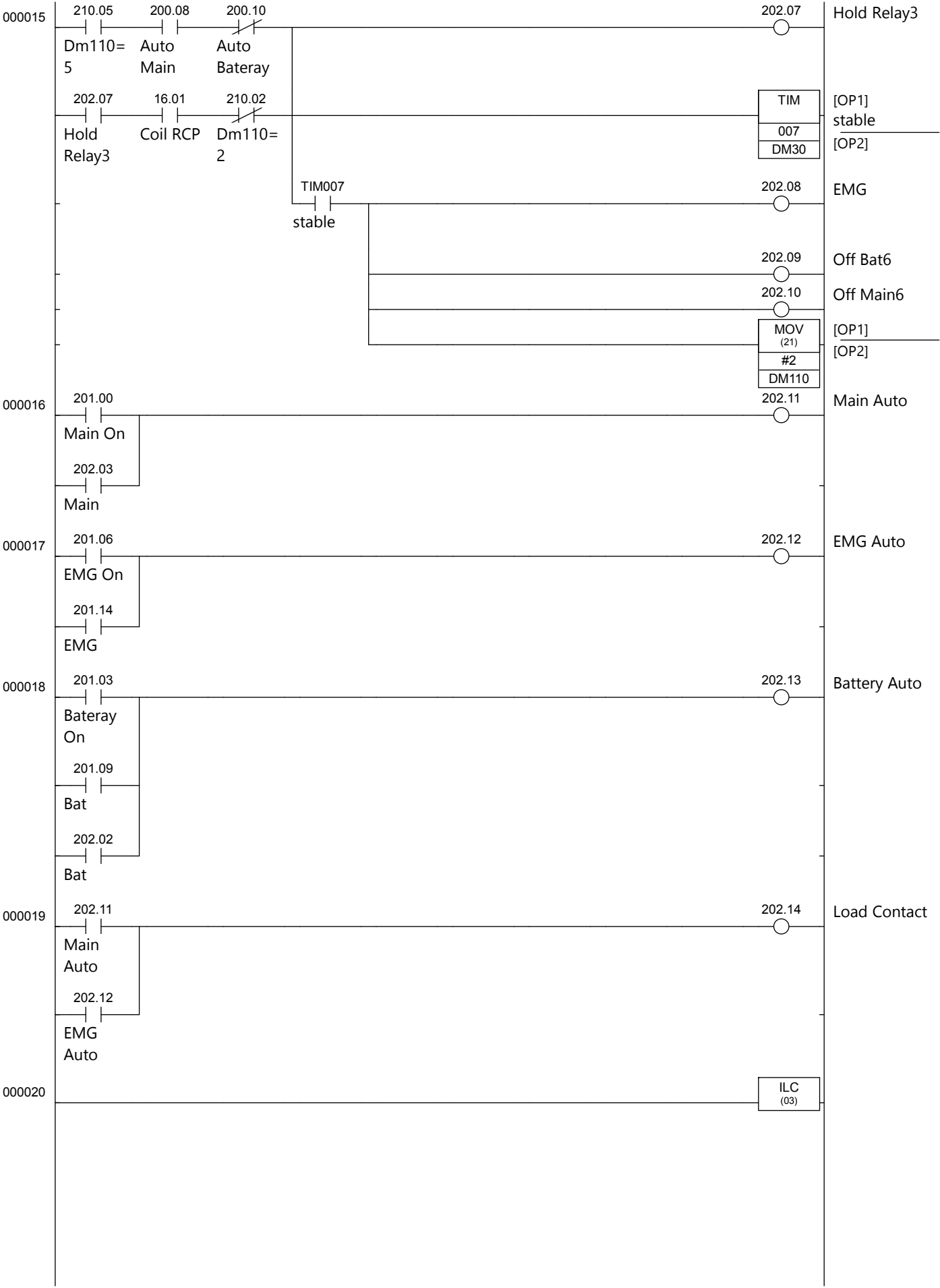
[OP1]
[OP2]

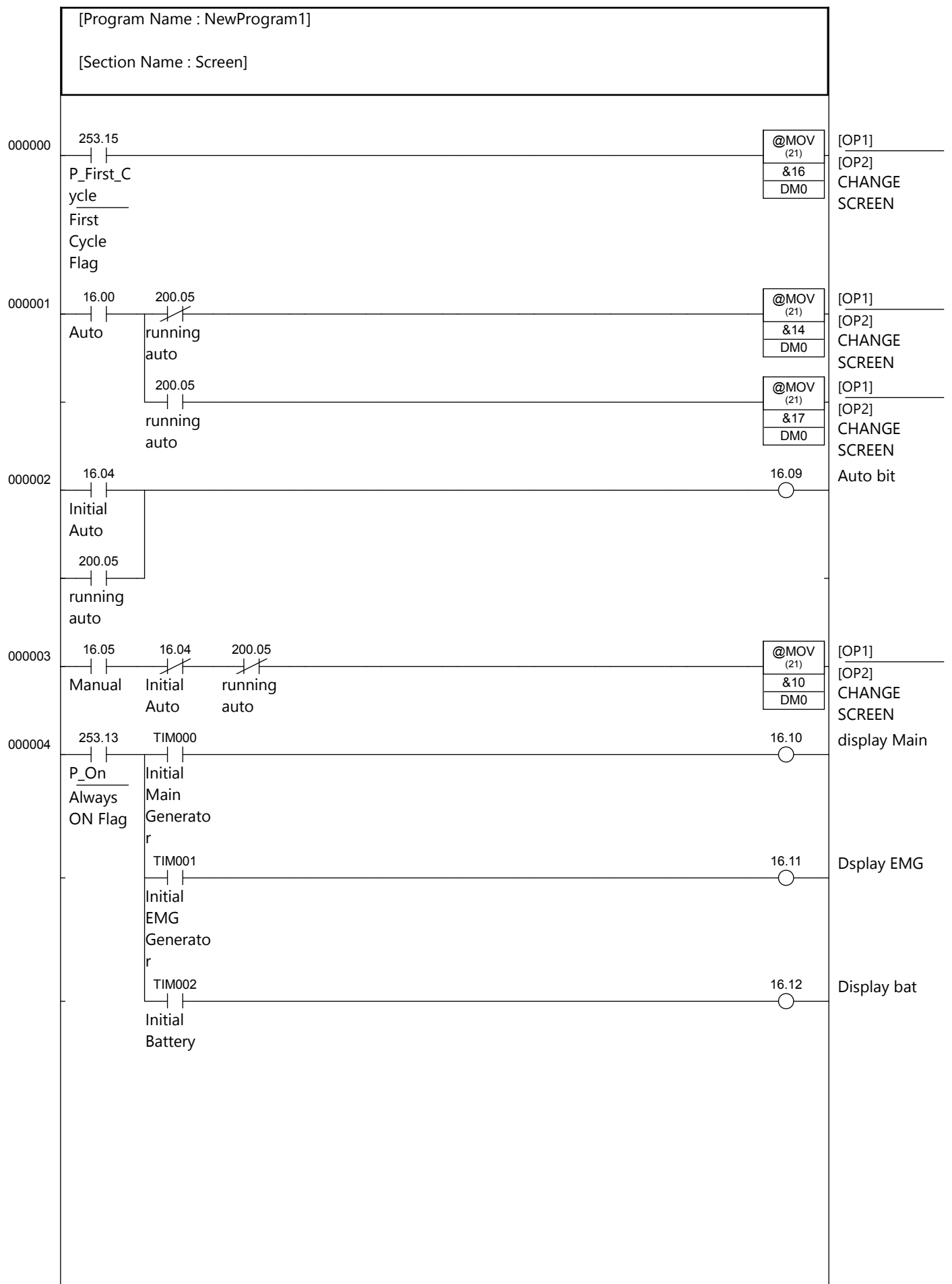
Dm110=5

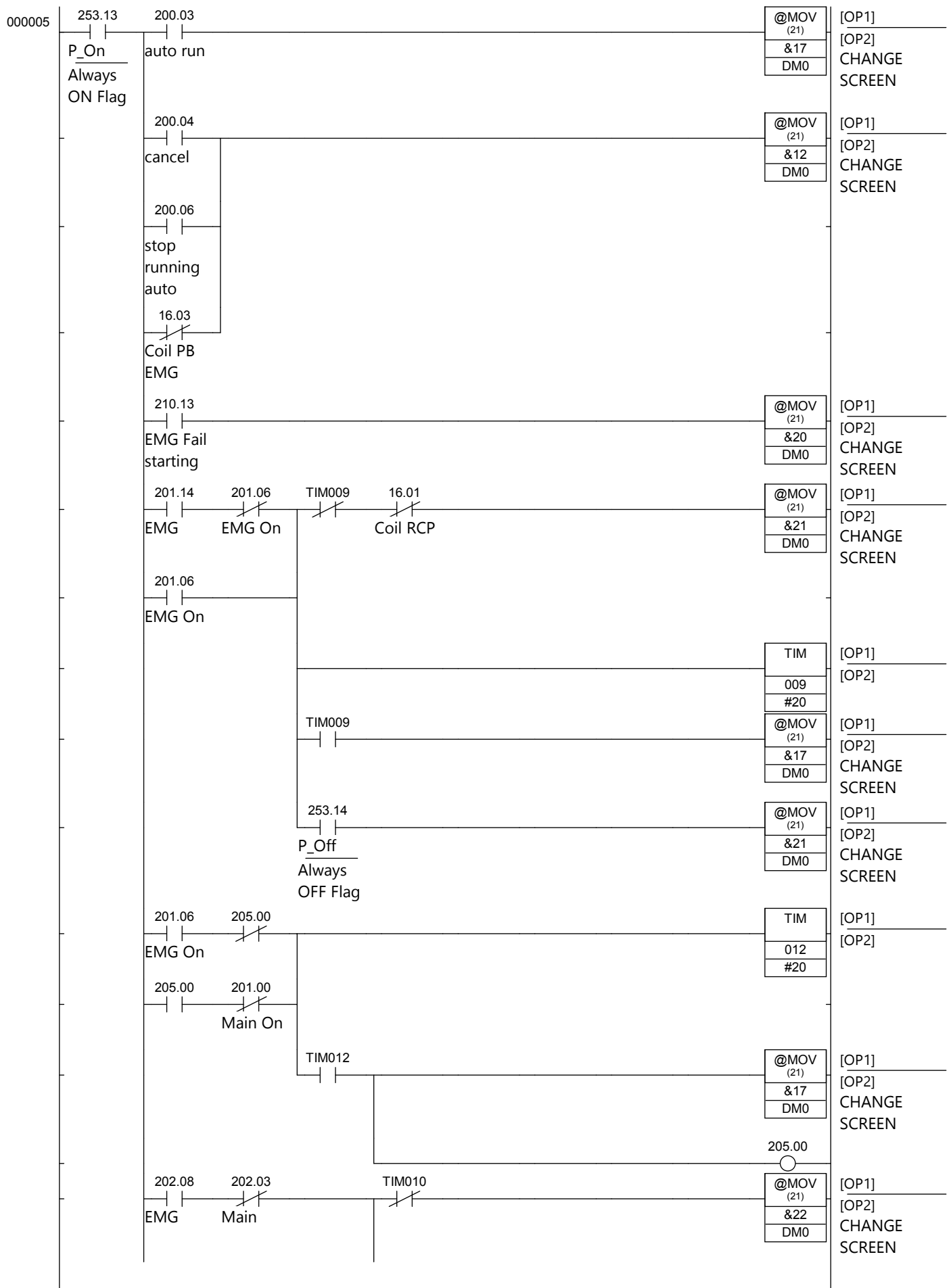












BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Ambon pada tanggal 5 Januari 1992, anak pertama dari pasangan Maksimus Waramory dan Natalia Kurniawan. Penulis menempuh pendidikan formal yaitu di SD YPPK Waonaripi Timika, SMP YPPK st. Bernardus Timika dan SMK NEGERI 1 Mimika (lulus tahun 2010). Setelah itu penulis melanjutkan studi di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) dengan pilihan D3 Teknik

Kelistrikan Kapal (lulus tahun 2013). Setelah lulus dari PPNS penulis melanjutkan studi lanjut S1 di Jurusan Teknis Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan ini, penulis mengambil bidang studi Marine Electrical and Automation System (MEAS). Selama mengikuti perkuliahan, penulis sering mengikuti kegiatan baik seminar maupun training yang diadakan Himpunan Mahasiswa Teknik Sistem Perkaln (HIMASISKAL). Penulis juga mengikuti kegiatan sebagai instruktur praktikum di laboratorium Marine Electrical and Automation System (MEAS), Teknik Sistem Perkapalan.